이제 일렉트로닉스는 전문가들만의 것은 아닙니다. 이 책을 통해서 학생 여러분이 전자공학과 좀더 가까와지고 실생활에 응용할 수 있게 되길 바랍니다.

1981년 4월 일
해문출판사 편집부

차 례

제 1 장 키트로 라디오를 만들어 보자

1. 키트 만들기의 기초지식 ……12
• 키트는 부품 모으기의 수고를 던다 ……12
• 키트는 문방구점에서도 살 수 있다 ……13
• 키트 작업에서의 주의사항 ……14
• 만일 동작이 안 될 때는 ……15
• 키트의 종류와 이용법 ……16

2. 게르마늄 라디오 만들기 ……17
• 게르마늄 라디오란? ……17
• 부품의 점검 ……18
• 게르마늄 라디오의 조립 ……20
• 게르마늄 라디오의 소리를 내는 법 ……22
• 게르마늄 라디오의 구조와 성능 ……23

3. 2석 리플렉스 라디오의 제작 ……24
• 1석으로 2가지 역할 ……24
• 부품의 검사 ……25
• 부품을 붙일 때 틀리기 쉬운 곳 ……26
• 2석 리플렉스 라디오의 조립 ……28
• 안테나 없이도 소리가 난다 ……30
• 2석 리플렉스 라디오의 구조와 성능 ……31

4. 5석 슈퍼 라디오의 제작 ······ 32
- 슈퍼 라디오는 실용적이다 ······ 32
- 부품수가 훨씬 늘어 난다 ······ 33
- 조립방법은 스트레이트 라디오와 같다 ······ 34
- 슈퍼 라디오는 조정이 중요하다 ······ 36
- 5석 슈퍼 라디오의 구조와 성능 ······ 37

제 2 장 부품을 모아서 라디오를 만들자

1. 이렇게 라디오가 만들어진다 ······ 40
- 설계는 못 해도 라디오는 만들 수 있다 ······ 40
- 부품은 어떻게 해서 갖추는가? ······ 41
- 납땜과 간단한 공작 ······ 42

2. 점보 게르마 라디오의 제작 ······ 43
- 최고의 성능을 나타내는 게르마 라디오 ······ 43
- 가정용품 물건을 이용하자 ······ 44
- 작업 1 — 부품 붙이는 구멍을 뚫자 ······ 46
- 작업 2 — 코일을 감자 ······ 47
- 작업 3 — 전체의 조립 ······ 51
- 안테나와 어스의 중요한 역할 ······ 54
- 게르마 라디오의 마무리 작업 ······ 55
- 게르마 라디오의 구성과 성능 ······ 56

3. 3석 스피커 앰프의 제작 ······ 57
- 게르마 라디오로 스피커를 울려 보자 ······ 57

- 부품을 갖추자 ······ 58
- 작업 1 — 트랜스 붙이기 ······ 60
- 작업 2 — C, R 붙이기 ······ 61
- 작업 3 — 트랜지스터, 바리스터 붙이기 ······ 62
- 3석 스피커 앰프의 완성 ······ 63
- 스피커는 큰 것이 좋다 ······ 64
- 3석 스피커 앰프의 이용법 ······ 66
- 스피커 앰프의 구성과 성능 ······ 67

4. 하이파이 앰프의 제작 ······ 68
- 라디오에서 중요한 저주파 앰프 ······ 68
- IC로 만드는 하이파이 앰프 ······ 70
- 부품 모으기 1 — 프린트 기판에 붙이는 부품 ······ 71
- 부품 모으기 2 — 케이스에 필요한 부품 ······ 72
- 작업 1 — 프린트 기판의 가공 ······ 74
- 작업 2 — 부품을 붙인다 ······ 75
- 소리가 잘 나는지?! ······ 77
- 작업 3 — 케이스에 넣어 보자 ······ 78
- 하이파이 앰프의 구성과 성능 ······ 81

5. 2석 1 IC 중파용 슈퍼 라디오 ······ 83
- 실용성이 큰 슈퍼 라디오 ······ 83
- 2석 1 IC 슈퍼 라디오의 구성 ······ 84
- 부품 모으기 1 — 프린트 기판에 붙이는 부품 ······ 86
- 부품 모으기 2 — 케이스에 들어 가는 부품 ······ 88
- 작업 1 — 고주파부의 프린트 기판 조립 ······ 90

- 작업 2 —저주파부의 프린트 기판 조립 ··············92
- 고주파부를 테스트해 두자 ··························93
- 작업 3 —케이스에 넣어 보자 ························94
- 조정으로 라디오에 활력을 넣자 ······················98
- 중파용 슈퍼 라디오의 구성과 성능 ················100

6. 음질이 훌륭한 FM라디오 ·························102
- 음질이 좋은 FM방송 ·································102
- FM라디오의 구성 ·····································103
- FM라디오의 마무리 ···································105
- 부품 모으기 1 —프린트 기판에 붙이는 부품 ······106
- 부품 모으기 2 —케이스에 넣기 위한 부품 ·········108
- 작업 1 —프린트 기판의 조립 ·························110
- 프린트 기판의 테스트를 해 두자 ·····················112
- 작업 2 —케이스에 넣는 법 ····························113
- 간단히 되는 FM라디오의 조정 ························118
- FM라디오의 회로와 성능 ······························120

7. 라디오용 6/9/12V, 1A 정전압 전원 ·········122
- 건전지 대신으로 사용하는 전원 ·····················122
- 부품 모으기 1 —프린트 기판에 다는 부품 ·········123
- 부품 모으기 2 —케이스에 넣는 부품 ···············124
- 작업 1 —프린트 기판의 조립 ·························126
- 작업 2 —케이스에 넣는 법 ····························127
- 라디오용 정전압 전원의 조정 ·························130
- 라디오용 정전압 전원을 쓰는 법과 구성 ··········131

제 3 장 라디오 제작을 위한 여러 가지 지식

1. 납땜은 이렇게 한다 ···································134
- 땜인두와 납을 고르는 법 ·····························134
- 인두받침과 끝닦기의 중요성 ··························135
- 인두 끝은 바꿀 수 있다 ································136
- 땜인두를 쥐는 법 ·······································137
- 납땜 준비 ··138
- 납땜하는 법 ··139
- 납땜의 확인 ··142
- 납땜을 떼는 법 ··143
- 납땜할 때의 주의사항 ··································144

2. 프린트 기판을 만드는 법 ·····························145
- 프린트 기판 만들기는 아주 간단하다 ················145
- 프린트 기판이란 어떤 것인가? ·······················146
- 프린트 기판 제작에 필요한 것 ························147
- 프린트 기판은 이렇게 만든다 ·························150
- 프린트 기판 만들기의 작업법 ·························151
- 프린트 기판 만들기의 이모저모 ······················156

3. 테스터의 쉬운 사용법 ································157
- 라디오의 의사인 테스터 ································157
- 어떤 테스터를 구입하면 좋을까? ····················158
- 테스터 각 부분의 명칭 ·································159
- 중요한 범위전환 손잡이 ································160

• 미터 눈금 읽는 법 ……161
• 직류전압, 교류전압을 재는 법 ……162
• 직류전류를 재는 법 ……163
• 저항을 재는 법 ……164
• 다이오드, 트랜지스터를 재는 법 ……165
• 테스터를 사용할 때의 주의사항 ……166

4. 라디오 제작과 공구 사용법 ……167
• 소중한 연장 ……167
• 어떤 공구가 필요한가? ……168
• 배선을 자르고 찝는 공구 ……169
• 비스나 너트를 죄는 공구 ……170
• 쇠판에 구멍 뚫는 공구 ……171
• 있으면 편리한 공구 ……172
• 라디오 공작의 이모저모 ……173

5. 제작에 필요한 부품지식 ……174
• 여러 가지 전자부품 ……174
• 반도체 부품 1 —다이오드 ……175
• 반도체 부품 2 —트랜지스터 ……176
• 반도체 부품 3 —FET, IC ……178
• 저항 1 —고정 저항기 ……179
• 저항 2 —가변저항, 반고정저항 ……180
• 저항 3 —컬러 코드를 읽는 법 ……181
• 콘덴서 1 —고정 콘덴서 ……182
• 콘덴서 2 —바리콘, 트리머 콘덴서 ……183

• 콘덴서 3 —정전용량을 읽는 법 ……184
• 코일—동조코일, 쵸크 코일 ……185
• 트랜스(변압기, 변성기) ……186
• 스피커, 헤드폰, 이어폰 ……187
• 건전지 ……188

제4장 라디오와 전기의 기초지식

1. 방송국에서 라디오까지 ……190
• 방송국의 구조 ……190
• 라디오 방송의 여러 가지 ……191
• 중파방송과 단파방송 ……192
• 음질이 좋은 FM 방송 ……193
• 가장 간단한 라디오의 구성 ……194
• 스트레이트 라디오 ……195
• 슈퍼 라디오 ……196
• 라디오의 성능을 나타내는 용어 ……198

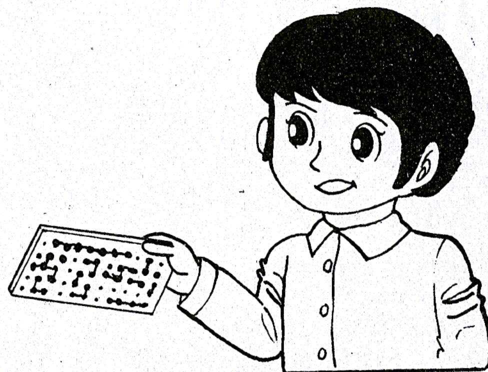
2. 전기의 기초지식 ……199
• 전기란 무엇인가? ……199
• 전기의 종류—직류, 교류, 맥류 ……200
• 전기를 나타내는 용어 ……201
• 재미있는 교류의 여러 가지 ……202
• 저주파와 고주파 ……204
• 전기가 일하는 전기회로 ……205
• 전기의 기호와 단위, 보조단위 ……206

- 전기의 계산은 옴의 법칙 ……208
- 전력을 계산해 보자 ……209
- 저항기의 연결법 ……210
- 콘덴서와 코일의 연결법 ……211
- 전지의 연결법 ……212
- 전기와 자기는 중간동지 ……213
- 코일과 콘덴서의 성질 ……214
- 코일과 콘덴서로 만드는 LC공진회로 ……215
- 반도체와 다이오드 정류작용 ……216
- 트랜지스터 증폭의 구조 ……217

3. 여러 가지 전자회로 ……218
- 증폭회로 ……218
- 발진회로 ……220
- 변조회로 ……222
- 검파(복조)회로 ……223

4. 전파와 안테나 이야기 ……224
- 전파의 발생 ……224
- 전파가 퍼지는 법 ……225
- 안테나와 어스 ……226

제1장 키트로 라디오를 만들어 보자



1 키트 만들기의 기초지식

●키트는 부품 모으기의 수고를 던다

라디오뿐만 아니라 모든 전자제품의 조립이나 제작을 할 때는 필요한 부품을 모으는 데 꽤 애를 먹게 마련이다. 특히 부품을 살 줄 모르는 초보자나 부품상점이 적은 지방 사람들에게는 부품 구하기가 무척 어렵기 때문에 공작을 포기해 버리는 일까지 생긴다.

이러한 경우에 부품에서부터 케이스, 조립 설명서까지 갖추어진 키트를 이용하면 부품 모으기의 수고를 한꺼번에 덜 수 있다.

키트의 조립은 납땜인두와 니퍼, 라디오 펜치, 드라이버 정도의 간단한 공구만 있으면 되기 때문에 초보자가 공작기술을 익히는 데 도움을 준다.



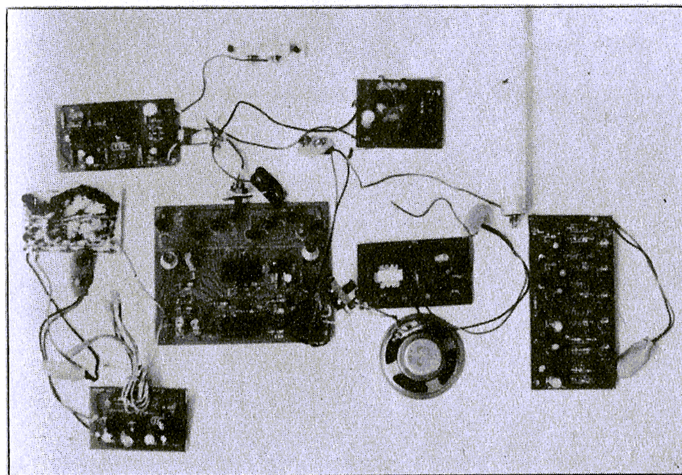
●키트는 문방구점에서도 살 수 있다

라디오 부품은 보통 라디오 재료상이나 전기·전자 부품점에 가야만 살 수 있다. 그렇다고 이들 가게에 모두 있는 것은 아니다.

반면에 라디오 키트는 백화점이나 모형과학재료점 등에서도 판매하고 있다. 또 장소에 따라서는 문방구점에서도 파는 수가 있다.

라디오 공작에 앞서 라디오에 대한 지식이나 전기에 대한 기초지식을 갖추어 두는 것이 작업에 편리하다.

초보자들을 위해서 본문 133페이지와 189페이지에 각각 〈제 3 장 라디오 제작을 위한 여러 가지 지식〉과 〈제 4 장 라디오와 전기의 기초지식〉을 실었으니 우선 이곳을 읽은 다음에 조립에 들어 가도록 하자.



키트로 만든 여러 가지 라디오의 모습(케이스는 제외)

●키트 작업에서의 주의사항

키트에는 보통 조립설명서가 붙어 있으므로 그대로 만들면 동작하기 마련인데, 꼭이야 그렇게 되지 않을 때도 흔히 있다.

키트가 잘 동작되지 않는 이유의 80~90%는 납땜의 불량에 원인이 있다. 따라서 키트로 라디오를 만들 경우에는 납땜하는 법만은 확실하게 익혀 두어야 한다.

다음에는 키트 조립에 앞서 반드시 부품을 점검해야 한다. 조립을 하는 중에 부품이 모자라든지 하면 거기서 중단해야만 한다.

부품 점검이 끝나고 조립에 들어 가면 이번에는 작업이 끝난 곳을 빨간 볼펜으로 표시해 나간다. 이것은 작업을 잊어 먹거나 잘못을 막는 데 효과적이다.

마지막으로 완성이 되었다고 금방 동작시켜 보고 싶겠으나 잠깐 참고 잘 조사해 보는 일이 필요하다. 이렇게 주의해서 만들면 키트는 반드시 잘 동작하게 된다.



●만일 작동이 안 될 때는…

우선 납땜의 불량이 없는지를 잘 조사해 본다. 납땜이 불량인 곳을 찾으려면 부품이나 배선을 움직이거나 잡아 당겨 본다.

이때 부품의 리드선이나 배선을 납땜한 곳이 떨어지면 땜질이 제대로 안 되었다는 증거이다. 또 떨어지지 않아도 흔들거리거나 이어폰이나 스피커에서 글글거리는 소리가 나면 납땜 불량으로 보아도 틀림 없다. 납땜 불량인 곳이 발견되면 일단 납을 떼어 내고 깨끗이 닦아낸 다음에 다시 납땜을 해야 한다.

다음엔 부품을 잘못 붙였는지를 조사한다. 특히 극성(極性)이 있는 부품은 주의해야 한다. 조립할 때 잘 확인한다면 물론 이런 일은 적어질 것이다.

이렇게 해 봐도 안 된다면 대개는 부품의 불량이다. 키트의 경우에는 판매점에서 교환하든지 한다.



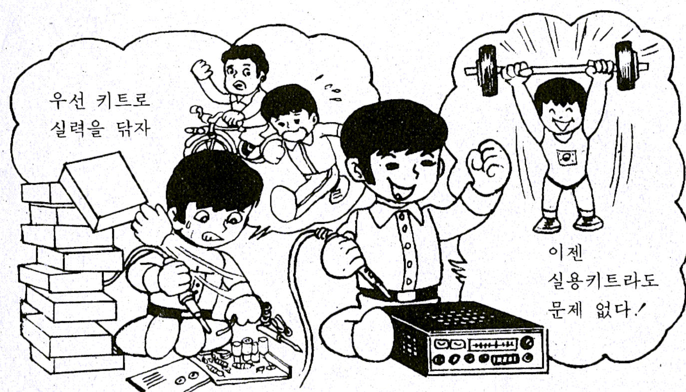
●키트의 종류와 이용법

키트에는 실용 키트와 실습 키트 2가지가 있다. 실용 키트는 만든 것을 그대로 사용하기 위한 것이다. 따라서 실용 키트는 대부분 규모가 큰 것이 보통이다.

이에 비해 실습용 키트는 충분히 사용할 수도 있을런지는 모르지만 장래에 실용 키트를 만들거나 자신이 부품을 모아서 만들 때를 위해 실습하는 것이 목적이다. 이것은 대개 간단하다.

초보자는 우선 실습용 키트로 기량을 닦는 것이 좋다. 다음 페이지에 나오는 게르마늄 라디오는 실습용 키트인 셈이다.

키트는 확실하게 만들 수 있는데 키트 만들기만으로는 싫증이 난다. 이럴 때는 부속품만 사용하고 케이스를 바꾼다든지, 또는 부속품만을 바꾸고 케이스는 그냥 사용해 보는 것도 좋다.

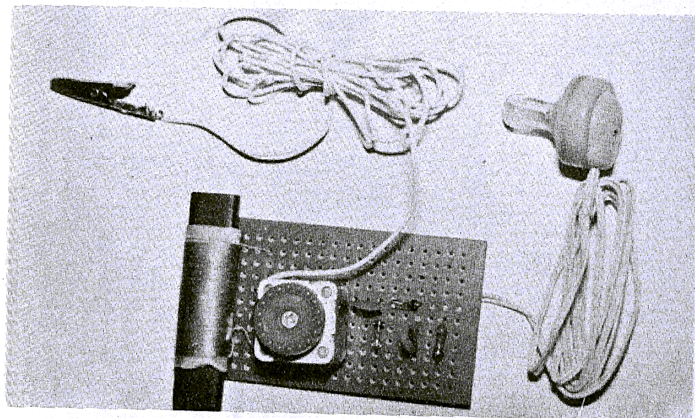


2 게르마늄 라디오 만들기

●게르마늄 라디오 란?

게르마늄 라디오란 한 마디로 말해서 〈게르마늄 다이오드로 만든 라디오〉이다. 이것을 줄여서 〈게르마 라디오〉라고도 한다. 또는 〈게르다이 라디오〉라고도 하는 수가 있는데 게르다이는 게르마늄과 다이오드를 줄인 것이다.

이제부터 만들어 보려는 것은 〈*TOP 게르마늄 라디오 TOP－1 형〉이다. 게르마늄 라디오는 우리가 흔히 〈광석 라디오〉라고 하던 것으로 구조가 아주 간단하고 초보적인 것이어서 시중에서 판매되고 있는 것이 별로 없는 점이 흠이다. 굳이 키트가 아니라도 부품을 구해서 간단히 만들 수도 있음을 알려 둔다.



* 제조판매처 : 톱전자(서울 · 종로구 봉익동 159－2 ☎ 765－4533)

●부품의 점검

키트 상자를 열고 속을 보면 부품 이외에 반드시 조립 설명서나 취급설명서가 들어 있을 것이다. 우선 이들 설명서를 차근차근 읽어야 한다.



설명서를 읽지 않고 서둘러 부품에 손을 대면 나중에 동작이 잘 안 된다든지 하는 일이 생긴다. 이러한 실패가 없도록 해야겠다.

그러기 위해서는 들뜨지 말고 차분한 마음가짐이 절대로 필요하다.

키트에 따라서는 조립설명서에 부품표가 붙어 있기도 하다. 부품을 하나하나 손으로 확인하면서 부품표와 대조해 간다.

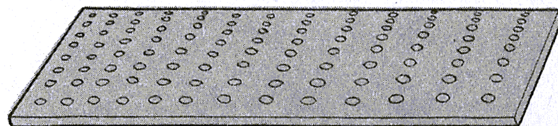
TOP-1은 부품수가 적으므로 부품표는 없다. 이때에는 조립설명서를 보면서 점검해 나간다.

게르마늄 라디오의 부품일람표

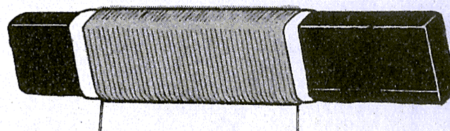
부품명	종류·수량	부품명	종류·수량
만능기판	약 4 × 8 cm	다이오드	SD34 × 2
콘덴서	세라믹 콘덴서 220pF × 2	바리콘	단련 폴리 바리콘 × 1
저 항	470 kΩ × 1	이어폰	크리스탈 이어폰 × 1
안테나	안테나용 코일 × 1 납작 코어 × 1	기 타	안테나선 약50cm, 클립 × 1

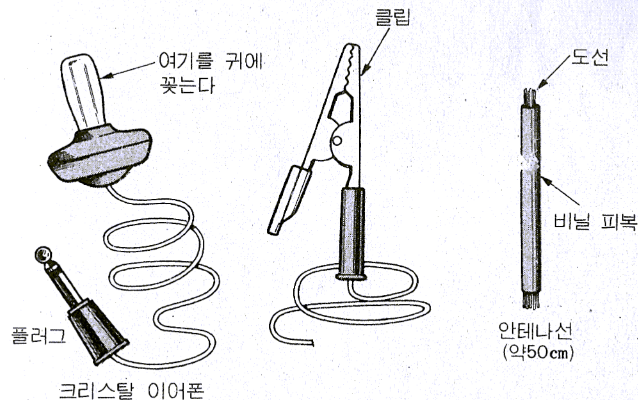
게르마늄 라디오의 부품

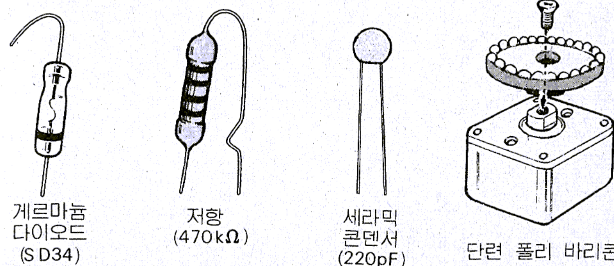
만능 기판



바 안테나







●게르마늄 라디오의 조립

여러분은 납땜에 자신이 있는지…? 만일 자신이 있다면 곧 조립으로 들어 가도 좋다.

만일 납땜인두를 처음 대한다든지, 아니면 좀 자신이 없다면 본문 134페이지에 설명된 납땜하는 법을 읽어 보고 완전히 자신이 생긴 다음에 조립으로 들어 가야 한다.

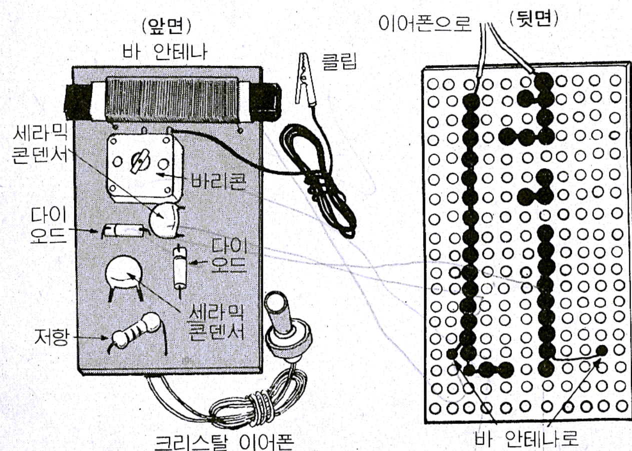
한편 납땜인두는 30~40W의 것을, 드라이버는 일자형 작은 것과 중간 크기 2가지를 준비한다.

키트의 조립설명서에는 실체도가 그려져 있는 게 보통이다. 이 실체도도 주의해서 보아 두어야 한다.

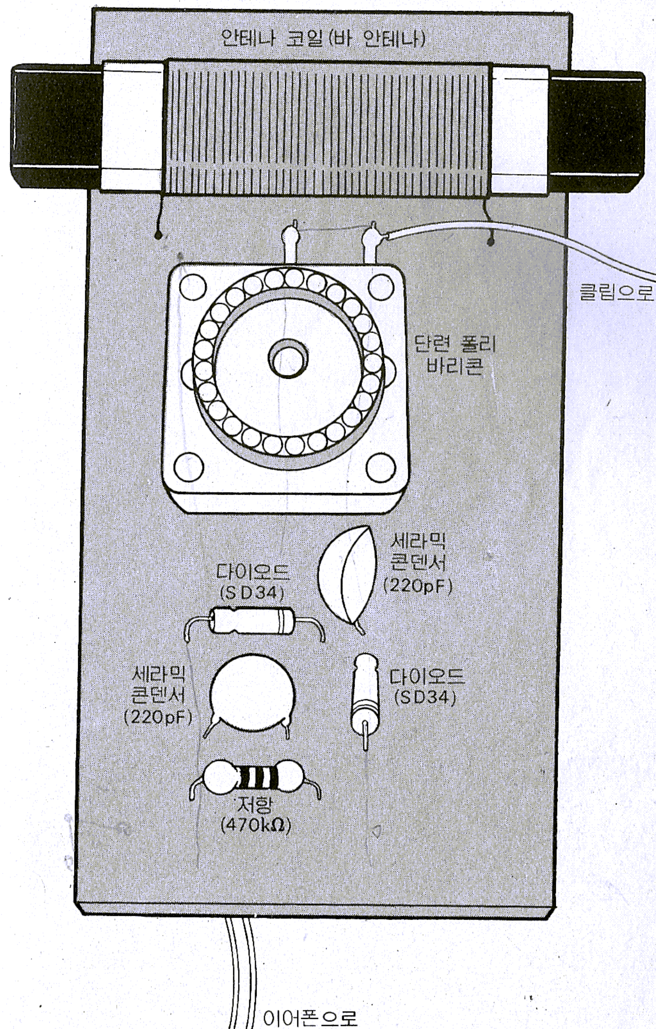
처음에는 부품의 이름과 실제의 부품이 일치하지 않아서 당황하는 수가 있다. 그러나 이것은 경험을 쌓아 가면서 저절로 터득하게 된다.

그러면 TOP-1의 조립방법을 소개한다.

게르마늄 라디오의 실체도



게르마늄 라디오의 실체도



●게르마늄 라디오의 소리를 내는 법

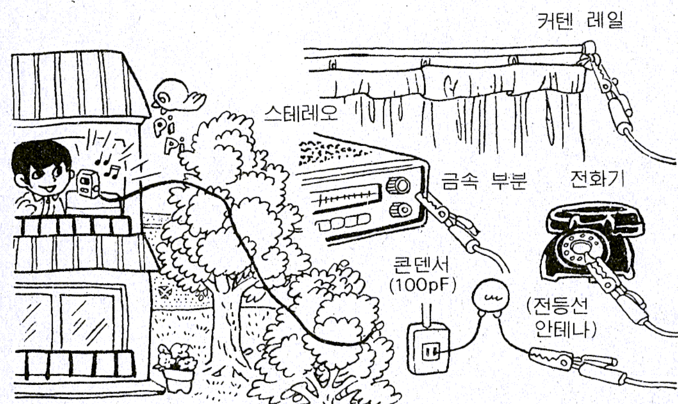
게르마늄 라디오는 만들기가 간단한 반면에 소리를 잘 내기는 여간 어려운 일이 아니다. 그것은 구조가 간단해서 성능이 나쁘기 때문이다.

소리를 내려면 공기 중에 퍼져 있는 전파를 라디오 속으로 끌어 들이는 〈안테나〉가 반드시 필요하다. 굳이 안테나를 달 필요가 없는 〈슈퍼 라디오〉도 실은 라디오 내부에 〈바 안테나〉가 설치되어 있다.

게르마늄 라디오에서는 특히 안테나가 중요하다. 가장 좋은 안테나는 20 m 이상의 비닐선(전기줄)을 되도록 공중 높이 설치하는 것이다.

손쉬운 방법을 택하려면 커튼 레일이나 100 V의 콘센트, 전화기 코드 등도 안테나로 이용할 수 있다. 한 마디로 무엇이나 안테나로 이용할 수 있는 것이다.

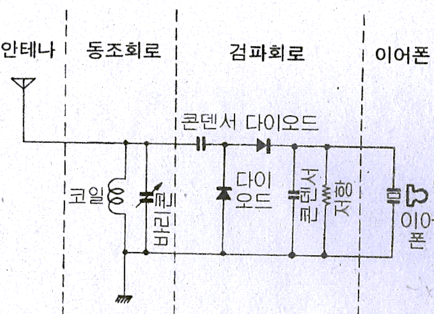
게르마늄 라디오에 쓰이는 안테나



●게르마늄 라디오의 구조와 성능

게르마늄 라디오는 안테나 회로, 동조회로, 검파회로, 이어폰 등 4부분으로 되어 있다.

게르마늄 라디오의 회로와 구성



방송국 송신탑에서 퍼져 나온 전파는 안테나를 통해 게르마늄 라디오 속으로 들어 와 동조회로에서 듣고 싶은 방송국 전파를 바리콘을 돌려 선택한다.

검파회로는 전파 중에서 사람의 목소리나 음악 등을 꺼내는 곳이다. 그리고 이것을 이어폰으로 귀에 들리는 소리로 바꾼다.

게르마늄 라디오는 전혀 낭비가 없다. 따라서 어느 하나라도 없으면 라디오가 되지 않는다. 게다가 전지나 전기를 쓰지 않으므로 경제적이기도 하다.

하지만 이렇게 간단한 라디오여서 성능은 좋지 않다. 혼선이 심하고 들리지 않는 방송국도 있는데 이것은 어쩔 수 없는 일이다.



3 2석 리플렉스 라디오의 제작

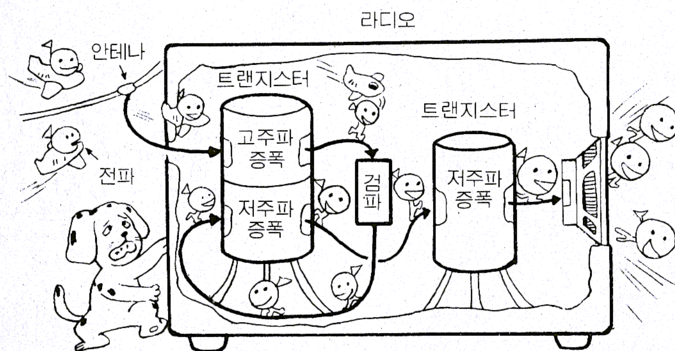
● 1석으로 2가지 역할

1석(石)의 〈석〉이란 트랜지스터를 말한다. 그러므로 2석이라면 트랜지스터를 2개 사용했다는 뜻이다.

〈리플렉스 라디오〉란 1개의 트랜지스터가 고주파 증폭과 저주파 증폭의 2가지 동작을 할 수 있도록 아주 교묘히 만들어진 라디오이다. 따라서 2석이라고 해도 3석분의 작용을 하는 셈이므로 간단하면서도 성능이 좋다.

지금부터 만드는 것은 상품명이 〈*TOP-2 톱 미니 라디오〉이다.

2석 리플렉스 라디오는 스트레이트 방식의 라디오인데, 그 구성은 고주파 증폭 2단, 저주파 증폭 2단으로 되어 있다.



* 제조판매처 : 톱전자(서울·종로구 봉익동 159-2 ☎ 765-4533)

●부품의 검사

TOP-2의 키트 뚜껑을 열고 상자 속을 들여다 보면 게르마늄 라디오에선 보지 못한 부품도 있고 부품수도 많아진다.



TOP-2 키트의 내부

이들 부품 중에서 특히 눈에 띄는 것은 2개의 트랜지스터이다.

트랜지스터는 증폭작용을 가지고 있으며 따라서 게르마늄 라디오보다도 훨씬 큰 음으로 이어폰이나 스피커를 울릴 수 있다. 이와 같이 증폭을 하거나, 이어폰이나 스피커를 울리는 에너지는 실은 전지에서 공급되고 있다.

그러면 우선 부품을 점검한다. 이 키트에는 조립설명서 뒤에 부품표가 있으니 이것을 이용하면 된다.

부품이 많아지면 두꺼운 종이 등에 정리해서 붙여 두면 공작하기에 편리하다. 일단 부품의 수와 종류를 확인하는 일이 무엇보다도 중요하다.

저항기의 저항값은 〈컬러 코드〉로 표시되어 있으나 우선 본문 181페이지를 참조해 보기 바란다.

●부품을 붙일 때 틀리기 쉬운 곳

부품에는 붙이는 방향이 정해진 것과 그렇지 않은 것이 있다.

붙이는 방향이 정해진 것에는 극성(+, −)이 있는 전해 콘덴서나 다이오드, 트랜지스터 등이 있다. 그림 1은 전해 콘덴서의 보기인데, 이들 부품은 붙이는 방향이 틀리지 않도록 주의해야 한다.

트랜지스터는 다리가 3개 있고 보통 그림 2와 같이 밑면도로 표시되므로 다리 쪽에서 보아야 한다.

그림 2와 같은 모양을 한 트랜지스터에는 〈콜렉터 마크〉란 것이 붙어 있어서 이것으로 판별한다.

그림 1

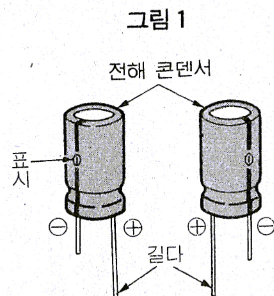
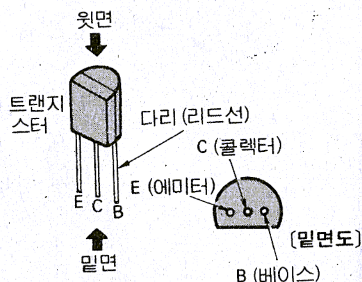


그림 2



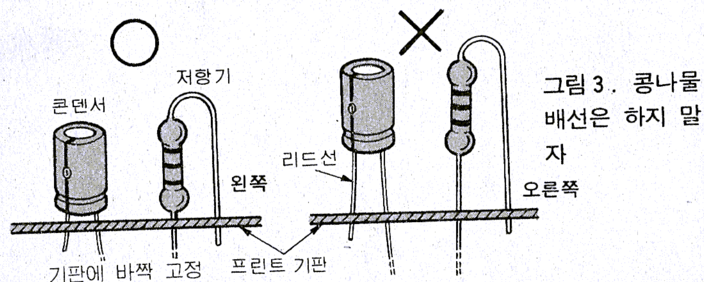
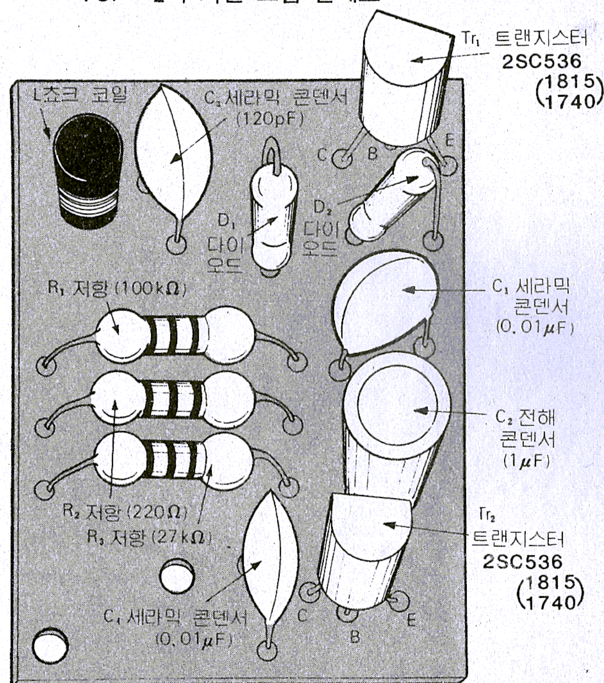


그림 3. 콩나물 배선은 하지 말자

TOP－2의 기판 조립 실체도



저항이나 콘덴서, 다이오드, 트랜지스터 등을 붙일 때는 그림 3의 오른쪽과 같은 콩나물 배선은 안 된다. 콩나물 배선은 마무리가 깨끗지 않고 리드선끼리 합선되어 동작이 안 된다든지, 케이스의 뒷뚜껑이 닫히지 않는다든지 하는 일이 생긴다.

그림 3의 왼쪽과 같이 바르게 부품을 붙이면 프린트 기판의 반대쪽으로 리드선이 길게 나와 버린다. 이 리드선은 2～3㎜ 여유 있게 자르고 납땜한다.

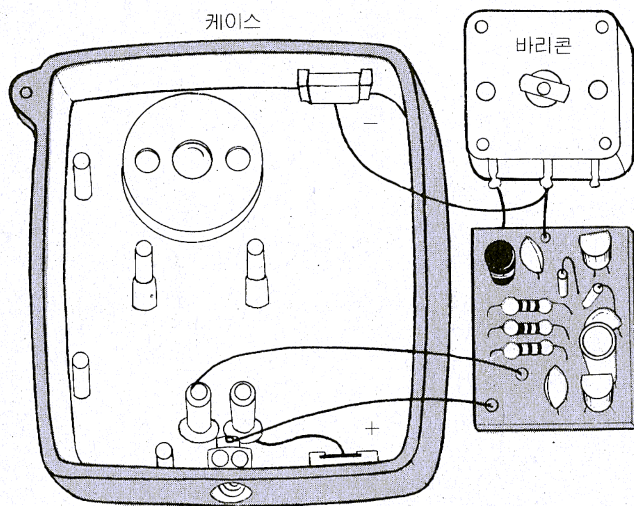
● 2석 리플렉스 라디오의 조립

게르마늄 라디오 때와 마찬가지로 여러분은 납땜에 자신이 있는지? 자신이 있다면 곧 조립에 들어 가도 좋으나 납땜인두를 처음으로 잡는 학생이나 자신이 없는 사람은 134페이지를 보고 납땜을 완전히 익힌 다음에 조립을 시작한다.

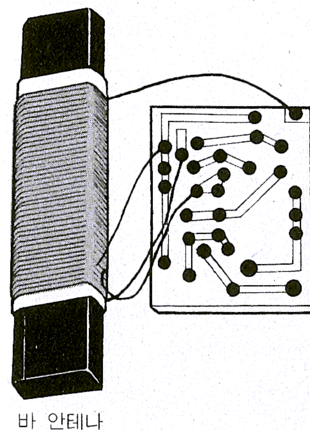
키트를 훌륭하게 조립하는 요령은 조립설명서를 잘 읽고, 조립설명서에 쓰여진 순서에 따라 작업을 진행해 나가는 것이다.

물론 이때 작업이 끝난 곳은 조립설명서에다 표시해 간다. 이 표시는 작업을 잊지 않고 해 나가는 데 꼭 필요한 일이다.

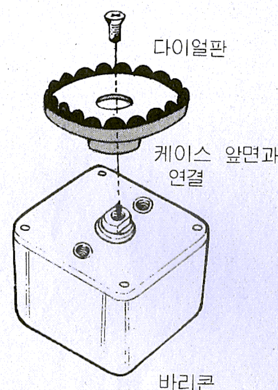
바리콘과 기판 및 케이스의 배선



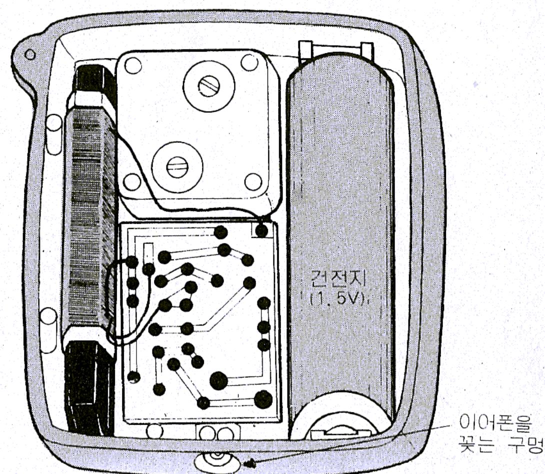
바 안테나의 연결법



바리콘과 다이얼 판



케이스에 모든 부품을 넣은 모습



* 톱 키트 문의 ☎ 765－4533

● 안테나 없이도 소리가 난다

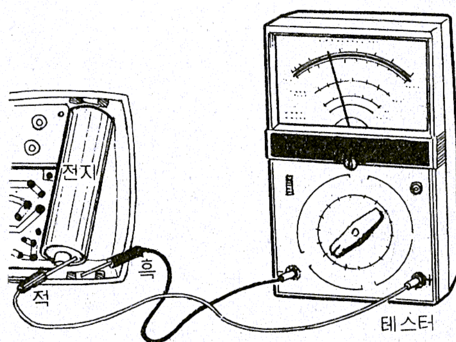
TOP－2 의 조립설명서에는 테스터를 사용하는 법이 나와 있지 않으나 테스터로 전지에서 라디오로 흐르는 전류를 재고 동작을 점검해 나가면 보다 완벽하게 제작할 수 있다.

테스터가 있는 학생은 아래 그림과 같이 연결하면 된다. 테스터와 전지를 연결한 뒤 스위치를 돌리면 테스터의 바늘이 흔들린다.

TOP－2 에는 바 안테나가 들어 있으므로 안테나를 따로 달 필요는 없다. 만일 안테나를 달게 되면 동조가 어긋나므로 다이얼 손잡이를 돌려서 동조를 고쳐 잡아 주어야 하는 번거로움이 뒤따른다.

이상이 없다면 곧 소리를 들어 보자. 다이얼 손잡이를 천천히 돌리면… 방송이 들려 온다.

안테나 코일은 에나멜이 입혀 있으므로 땜질할 곳을 칼로 긁어서 납땜할 것.



● 2석 리플렉스 라디오의 구조와 성능

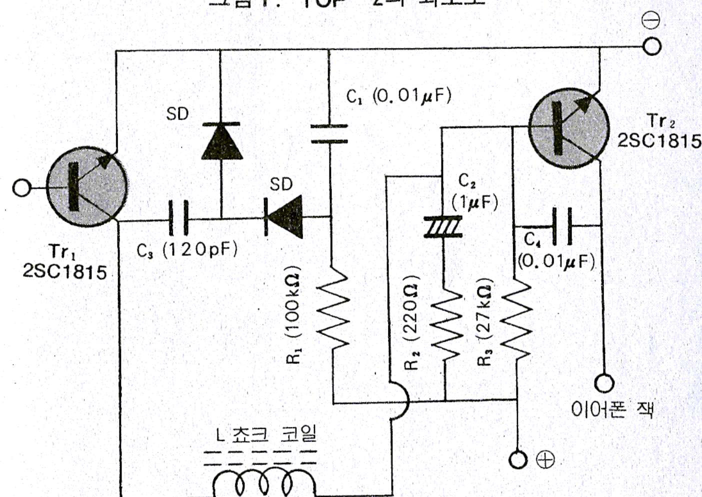
그림 1은 TOP－2의 회로도를, 아래 표는 성능을 나타낸다.

전문가들이나 라디오 공작에 능숙한 사람들은 이 회로도만 보면서도 라디오를 꾸밀 수 있으나 초보자의 경우에는 도저히 감이 잡히지 않는다.

초보자들이 라디오를 조립할 경우에는 실체도와 조립설명서에 의존해야 하고 회로도는 라디오가 고장났을 때 참고 하도록 한다.

★ TOP－2의 성능 ★
회로방식 : 리플렉스 회로
수신주파수 : 525～1,605kHz
일그러짐 출력 : 30mW

그림 1. TOP－2의 회로도



4 5석 슈퍼 라디오의 제작
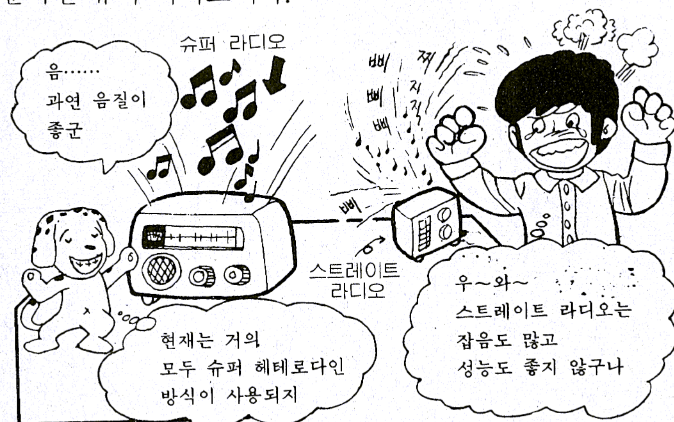
● 슈퍼 라디오는 실용적이다

지금까지 공작한 게르마늄 라디오나 2석 리플렉스 라디오는 스트레이트 방식의 라디오였다.

이제부터 만드는 5석 슈퍼 라디오는 〈슈퍼 헤테로다인 방식〉의 라디오이다. 현재 실제로 쓰이고 있는 라디오는 거의 전부라고 할 만큼 슈퍼 헤테로다인 방식이 널리 쓰이고 있다.

슈퍼 라디오가 이렇게 널리 이용되는 것은 무엇보다도 성능이 좋기 때문이다. 그러나 만들기는 스트레이트 라디오보다 약간 어렵다.

이제부터 만드는 것은 〈*톱 로얄 5석 라디오〉로 표준적인 슈퍼 라디오이다.

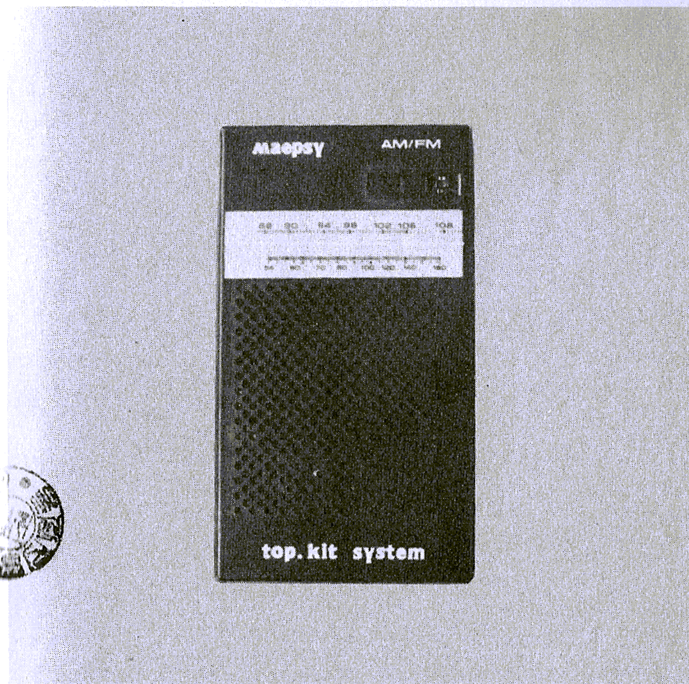


* 제조판매처 : 톱전자(서울 · 종로구 봉익동 159-2 ☎ 765-4533)

● 부품수가 훨씬 늘어 난다

슈퍼 라디오는 성능이 좋은 대신 구성이 복잡하다. 때문에 부품수도 많아진다. 그러므로 부품들의 점검에 특히 주의해야 한다.

슈퍼 라디오에는 스트레이트 라디오에서 나오지 않았던 부품들이 많이 있다. 발진 트랜스라든지 중간주파 트랜스라는 좀 듣기에 생소한 것들도 있다. 아뭏든 조립에 앞서 이들 부품을 잘 보아 두기 바란다.



톱 슈퍼 5석 라디오의 외형

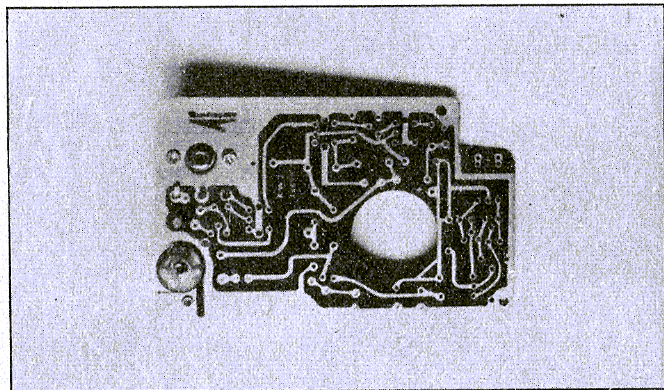
● 조립방법은 스트레이트 라디오와 같다

슈퍼 라디오는 부품수가 많아서 조립이 어렵다고는 해도 게르마늄 라디오나 2석 리플렉스 라디오에 비해 특별히 어려운 것을 요하는 것은 아니다. 단지 똑같은 작업을 몇 번이고 하지 않으면 안 된다는 것뿐이다.

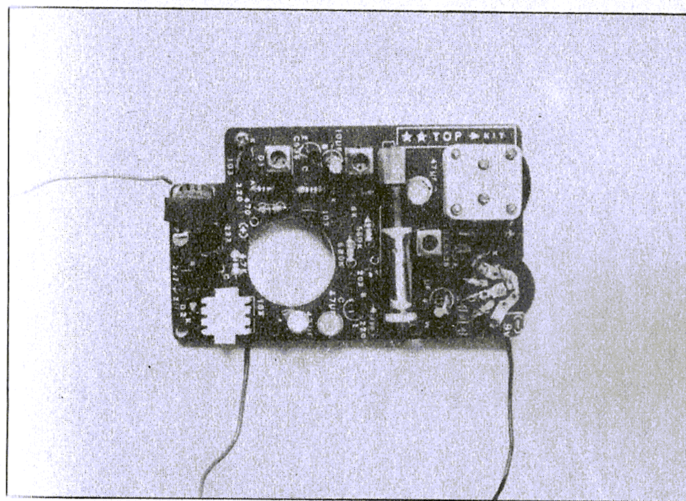
다만 납땜은 보다 한층 중요하게 되므로 자신이 없는 사람은 다시 한 번 본문 134페이지를 보고 납땜을 충분히 익힌 다음에 공작에 들어 가기로 하자.

라디오뿐만 아니라 모든 전자제품의 조립에서는 흔히 프린트 기판을 사용한다. 그런데 이 프린트 기판에는 부품을 붙이는 구멍이 많이 뚫려 있어, 실체도와 비교해 보아도 어떤 구멍에 어떤 부품을 붙이는지 알아 보기가 아주 힘들다.

그러므로 슈퍼 라디오와 같이 복잡하게 되면 아래 사진처럼 부품을 붙이는 위치가 인쇄되어 있게 마련이다.



톱 슈퍼 5석 라디오 기판의 모습

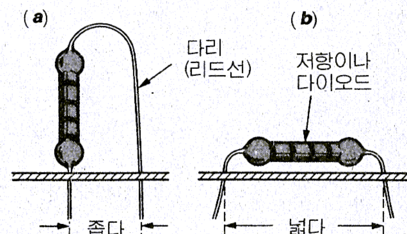


톱 슈퍼 5석 라디오의 기판 조립이 끝난 모습

저항이나 다이오드를 붙이는 방법은 아래 그림과 같이 2가지가 있다.

(a)는 다리 간격이 좁은 경우, (b)는 다리 간격이 넓은 경우이다. 어느쪽을 택하느냐는 (b)처럼 붙여지느냐로 판단하면 된다. 만일 (b)와 같이 된다면 그것으로 좋고, 안 된다면 (a)처럼 하면 좋다.

저항이나 다이오드는 (b)처럼 붙이는 것이 보통이다.



● 슈퍼 라디오는 조정이 중요하다

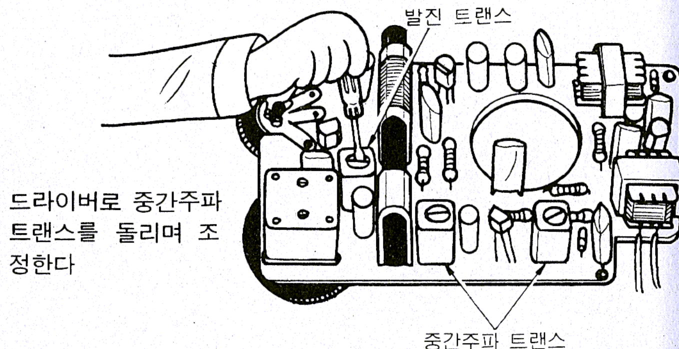
게르마늄 라디오나 2석 리플렉스 라디오는 어느곳이든 조정할 데가 없었다. 그런데 슈퍼 라디오에서는 조정이 중요하며, 조정을 하지 않으면 라디오가 동작하지 않을 정도가 된다.

슈퍼 라디오의 조정에는 중간주파 트랜스(*IFT*)의 조정과 단일 조정의 2가지가 있다.

우선 중간주파 트랜스는 455kHz(킬로헬츠)에 맞춰야 한다. 정확히 455kHz에 맞추려면 신호발생기가 필요하지만, 보통은 신호발생기가 없으므로 초단의 IFT(*IFT*－*A*)만은 그대로 두고 다음 IFT(*IFT*－*B*와 *C*)는 이에 맞추도록 한다.

단일 조정이란 바리콘과 트랜스, 그리고 바 안테나로 조정하는 것으로 수신 주파수와 국부발진 주파수의 차이를 항상 455kHz가 되게 하는 것이다.

조정은 한 번에 끝내지 말고, 몇 번이고 해 보아서 가장 좋은 상태로 이끌어 가는 것이 잘 하는 방법이다.



● 5석 슈퍼 라디오의 구조와 성능

그림 1은 5석 슈퍼 라디오의 구성도를 나타낸 것이다.

이 라디오에는 고주파 증폭은 따로 있지 않으나 중간주파 증폭이 2단으로 되어 있어 퍽 고감도로 설계되어 있다.

AVC는 AGC(자동이득조정)라고도 하며 전파의 세기가 변해도 스피커에 나는 소리의 크기는 그렇게 변하지 않게 하는 장치이다. 따라서 이 슈퍼 라디오는 대단히 편리하고 성능이 우수하다.

★ 톱 에이스 5석 라디오의 규격 ★

수신주파수 : 525～1,605KHz
중간주파수 : 455KHz
회로방식 : 슈퍼 헤테로다인 방식
출력 : 300mW
크기 : 폭115×높이55×깊이35mm

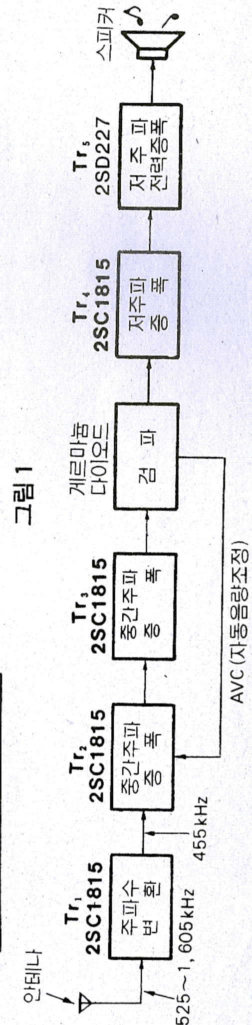


그림 1

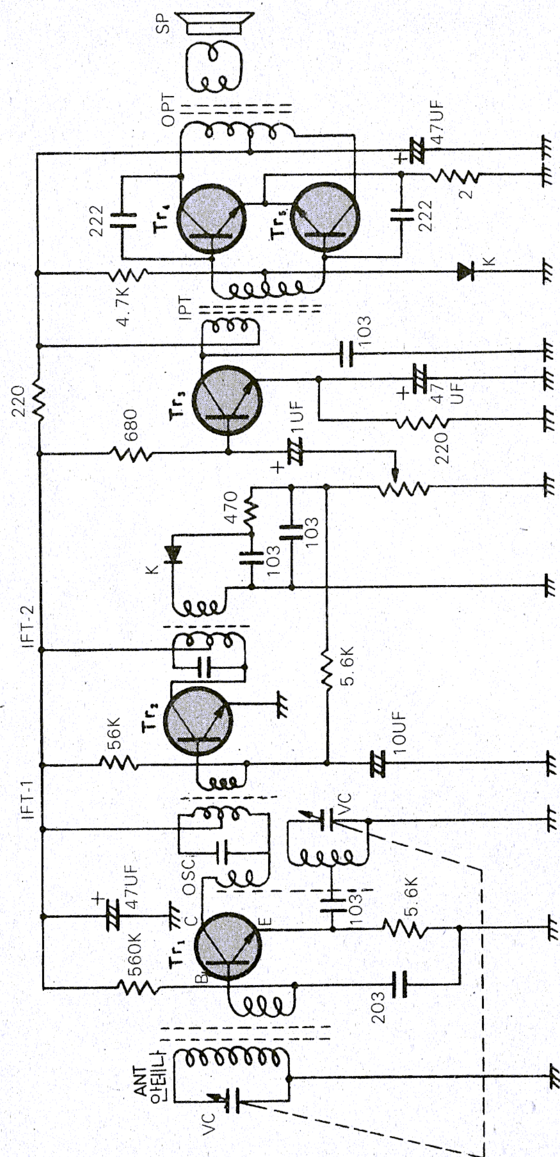
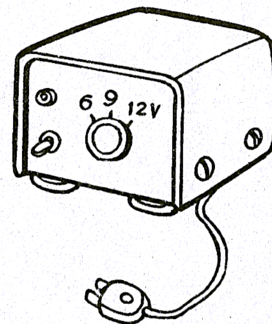


그림 2. 5석 슈퍼 라디오의 기본회로도

제2장 부품을 모아서 라디오를 만들자





1 이렇게 라디오가 만들어진다

●설계는 못 해도 라디오는 만들 수 있다

라디오를 만들려면 설계를 할 줄 알아야 하고 이론도 모르면 안 된다고 하는 사람이 있다. 물론 설계를 할 줄 알고 이론도 안다면 더 바랄 게 없겠으나 아마튜어가 라디오 만들기를 즐기는 데는 그럴 필요까진 없다.

그 까닭은 지금은 라디오의 표준회로가 정해져 있어 그때마다 설계를 다시 할 필요가 없기 때문이다. 또 하나는 이와 같은 회로가 과학잡지 등에 많이 소개되어 있어서 이것을 이용할 수 있기 때문이다.

이 책에서는 지금부터 여러 가지 표준회로를 소개하겠으니 이것을 이용해서 라디오 만들기를 즐겨 주기 바란다.



●부품은 어떻게 해서 갖추는가?

어떤 라디오를 만들겠다는 결심이 정해지고 회로도가 준비되면 우선 부품을 구해야 한다. 부품을 모으려면 일단 필요한 부품일람표를 작성한다.

부품표는 과학잡지의 라디오 제작기사 등에 딸려 있는 것이 많은데 없을 때는 자신이 직접 만들어야 한다.

라디오 부품은 동네 가까이에 있는 전파사나 전자부품 가게에서 사면 된다. 만일 동네에 이들 부품가게가 없다면 통신판매를 이용한다든지 과학잡지 등에 소개된 부품 판매점에 통신문의해서 구한다.

이밖에 부품점이 멀 경우에는 그 방향으로 가는 사람에게 부탁한다든지 또는 부서진 폐품 라디오나 텔리비전에서 부품을 모아 이용하는 방법도 있다. 노력해서 안 되는 일이 없다. 어쨌든 여러 가지로 시도해 보는 일이 중요하다.



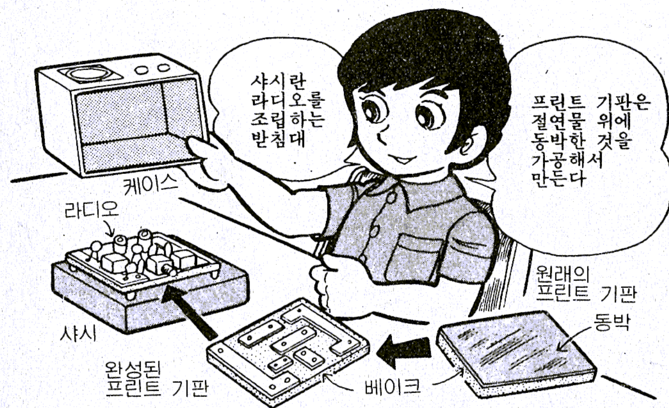
● 납땜과 간단한 공작

목공세공(木工細工)을 하려면 톱이나 대패를 쓸 줄 알아야 하는 것과 마찬가지로 라디오 공작을 하려면 납땜과 약간의 공작을 알아야 한다.

납땜은 키트로 라디오를 만들 때 꼭 익혀 두지 않으면 안 된다. 부품을 모아 라디오를 만들 때도 역시 마찬가지이다.

그리고 부품을 모아서 라디오를 만들 때는 키트의 경우와는 달리 케이스가 준비되어 있지 않으므로 따로 만들어야 한다. 이와 같은 공작에는 구멍을 뚫거나 쇠판을 자르고 구부리는 일이 필요할 때도 있다.

라디오 등의 일렉트로닉스 공작에서는 프린트 기판을 흔히 사용한다. 이것은 베이클라이트 등의 절연물 위에 엷은 동박을 접착제로 붙인 것을 가공한 것이다. 프린트 기판 만들기는 간단하니 한 번 정도는 해 보자.



2 점보 게르마 라디오의 제작

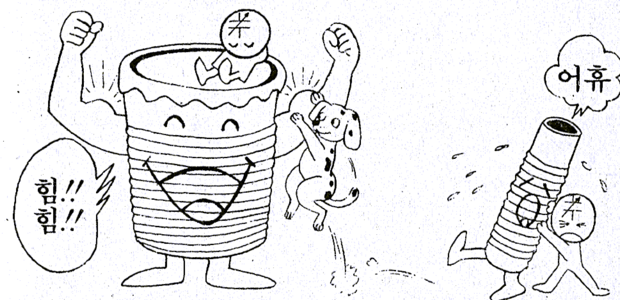
● 최고의 성능을 나타내는 게르마 라디오

게르마 라디오(게르마늄 라디오)는 키트 때에도 만들어 보았듯이 아주 간단하다. 이와 같은 간단한 라디오는 사용하는 부품이나 만들기에 따라 그 성능이 크게 좌우된다.

옛날엔 게르마 라디오를 〈광석 라디오〉라고도 하였는데 광석 라디오의 성능을 결정하는 것은 광석 검파기였다. 그러나 요즘의 게르마 라디오에서 그 성능을 결정하는 것은 코일과 바리콘으로 되어 있는 동조회로이다.

동조회로를 이루는 코일과 바리콘 중에서도 특히 그 성능을 좌우하는 것은 코일이다. 그리고 코일은 클수록 성능이 좋아진다.

따라서 대단히 큰 코일을 만들어 스피커가 울릴 정도로 성능이 좋은 라디오를 만들어 보려는 것이 지금부터 공작하는 〈슈퍼 게르마 라디오〉이다.



●가정용품 물건을 이용하자

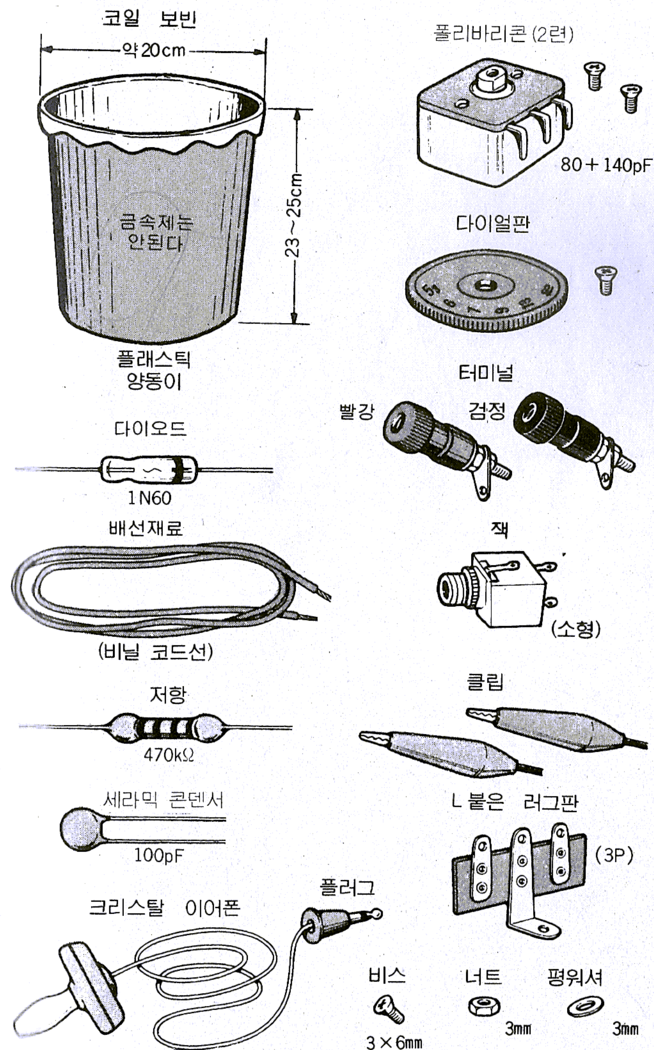
게르마 라디오에 쓰이는 부품은 아래표와 같다. 이 중에서 코일 보빈으로 쓰는 플래스틱 쓰레기통이나 양동이는 집에서 사용하던 것을 이용하면 된다. 배선재료는 가까운 전파사 등을 이용한다.

바리콘은 슈퍼 라디오에 쓰이는 트래킹 리스용의 2련 바리콘을 이용한다. 그것이 이 바리콘이 가장 손쉽게 구할 수 있기 때문이다.

게르마 라디오의 부품표

부 품 명	종 류 · 수 량
코일 보빈	플래스틱 양동이×1
바 리 콘	바리콘 VC220pF (손잡이) ×1 바리콘용 다이오드판×1
다이오드	1 N60×1
배선재료	비닐 코드(AC100 V용) 20m
저 항	470kΩ 1/4W×1
콘 덴 서	세라믹 100pF×1
이 어 폰	크리스탈 이어폰×1
터 미 널	빨강과 검정×1
잭	소형×1
플 러 그	잭에 맞추어 소형×1
클 립	보통×2
러 그 판	L붙은 러그판(3P)×1
나사 종류	비스(3×6㎜)×1, 너트(3㎜)×1, 워셔(3㎜)×1

게르마 라디오의 부품



● 작업 1 ―부품 붙이는 구멍을 뚫자

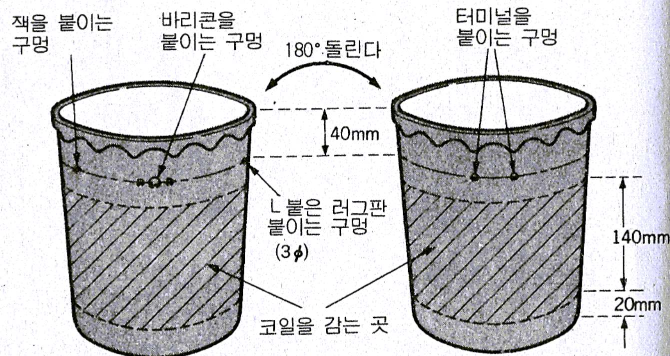
지금부터 만드는 게르마 라디오는 플래스틱 쓰레기통을 사용해 보자. 또한 양동이에는 손잡이가 붙어 있고 천정에다 매달 수도 있으므로 양동이를 이용하는 것도 재미 있을 것이다.

쓰레기통의 코일 보빈에는 코일을 감는 것 외에도 바리콘이나 터미널, 잭, L붙은 러그판 등도 붙인다. 그래서 이러한 것을 붙이는 구멍을 뚫어야 한다.

붙이는 구멍은 코일을 감은 다음에 뚫으면 코일의 권선(捲線)에 상처를 줄 염려가 있으므로 코일을 감기 전에 뚫어 둔다.

코일 보빈에 구멍을 뚫을 때 작은 구멍은 송곳으로도 뚫리나 큰 구멍은 드릴을 써서 뚫어야 한다. 이때에 너무 힘을 주면 코일 보빈을 망가뜨리게 되므로 주의한다. 너무 힘주지 않고 천천히 뚫는 것이 잘 뚫는 요령이다.

부품 붙이는 구멍을 뚫는 장소

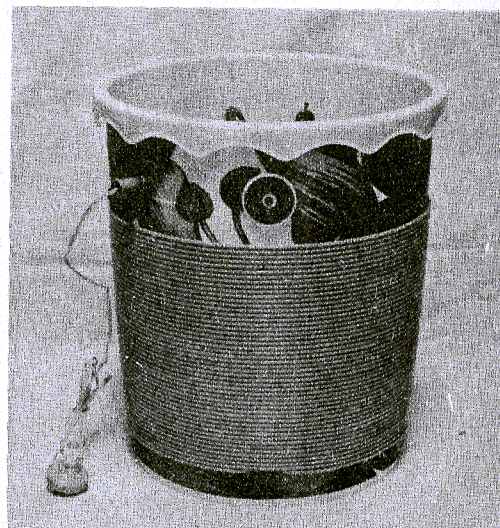


● 작업 2 ―코일을 감자

지금부터 코일 보빈 위에 코일을 감는데 이 코일이란 부품은 다른 부품과 약간 다르다.

그것은 다른, 이를 테면 콘덴서나 트랜지스터의 부품은 완성품을 사서 꾸밀 수밖에 없는데 코일만은 재료를 사다가 자신이 직접 감아서 만들어야 한다. 그러므로 코일을 감는 일은 라디오 공작의 대명사처럼 중요한 일이다.

아래 사진은 게르마 라디오가 완성된 모습이다. 이것을 보고 아는 바와 같이 코일의 요술과 같은 라디오이다. 이 코일 감기가 끝나면 게르마 라디오 공작의 절반은 끝난 셈이다.



플래스틱 양동이나 쓰레기통으로 만든 게르마 라디오의 완성품

코일을 감기 위한 도선은 배선재료로 준비한 비닐 코드(비닐선)를 쓴다. 이 비닐 코드에는 2개의 도선이 붙어 있으므로 이것을 갈라서 1개로 한다.

이로써 길이 20 m의 비닐선이 2개 준비되었다. 이 비닐선은 헝클어지지 않게 상자곽이나 헌 책을 감이통으로 해서 감아 둔다.

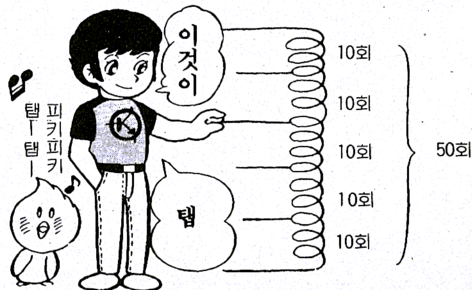
코일은 그림 1과 같이 10회마다 탭을 내서 모두 50회 감는다.

자, 지금부터 코일 감기를 시작하는데 코일 보빈으로 쓰일 플래스틱 쓰레기통이나 양동이는 밑바닥이 좁게 되어 있으므로 잘 하지 않으면 비닐선이 마구 풀어져 버린다.

비닐선이 풀리지 않게 하려면 그림 2와 같이 코일 보빈 바닥 쪽에 스톱퍼를 1회 감고, 여기서부터 위로 감아 올라 간다.

비닐선이 통하는 구멍은 송곳으로 뚫는다. 약간 좁은 듯이 뚫으면 비닐선이 느슨해지지 않게 감아진다.

그림 1. 코일 감는 횟수와 탭을 내는 법



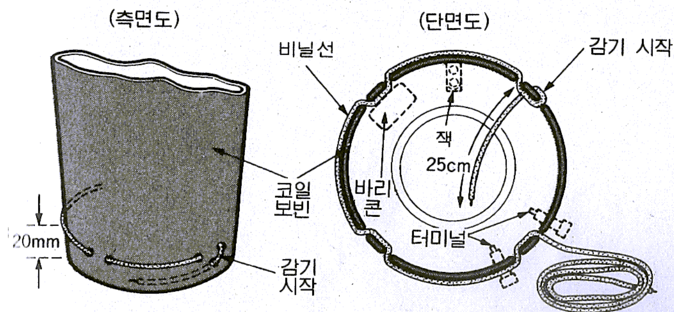
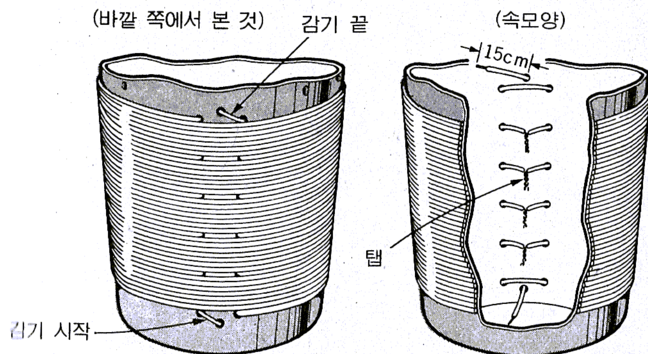


그림 2. 코일 스톱퍼를 만드는 법

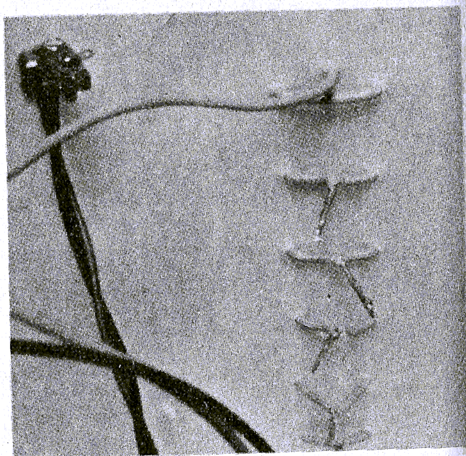
코일 감기의 시작은 비닐선이 느슨해지지 않도록 다시 한 번 구멍을 통해 코일 보빈 속으로 끌어 넣는다. 또한 코일을 다 감았을 때의 끝맺음도 마찬가지로 한다.

코일을 감는 법과 탭을 내는 법은 그림 3과 같다. 탭을 내는 곳은 비닐 피복을 벗겨 도선을 잘 꼬아 납땜해 준다. 이 부분의 자세한 작업은 그림 4와 같다. 납땜이 끝난 곳에서 비닐선을 잡아 당기면 사진처럼 된다.

그림 3. 코일 감기와 탭을 내는 법



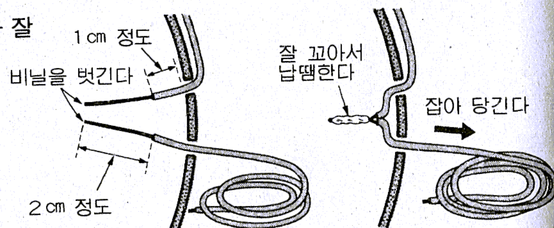
탭을 내는 곳은 사진처럼 잘 꼬아서 납땜해 둔다



비닐선은 10회 감는 데 6m쯤 필요하므로 30회 감으면 2m 정도 남는다. 이 경우에는 2mm쯤 비닐을 벗겨 도선을 내어서 납땜하고 나머지는 20m의 비닐선에 이어 준다.

코일을 전부 감았으면 10m쯤 비닐선이 남을 것이다. 이것은 다음 작업의 배선이나 안테나, 어스선으로 사용할 수 있도록 보관해 둔다. 만일 부족할 때는 적당한 비닐선을 사용해도 좋다.

그림 4. 탭을 잘 내는 법



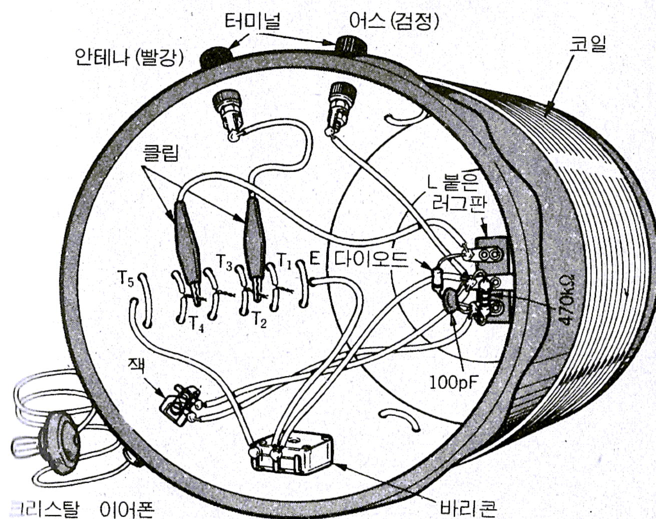
● 작업 3 — 전체의 조립

코일 감기가 끝났으면 바리콘, 터미널, 잭 그리고 L붙은 러그판을 코일 보빈에 붙여서 전체의 조립에 들어간다.

완전한 조립은 그림 1과 같이 된다. 이 게르마 라디오에서는 클립을 써서 이곳 저곳 연결하도록 한 곳이 2군데 있다. 이것은 모두 코일 탭을 이어 바꾸기 위한 것이다.

바리콘에는 코일 E와 T_5로부터 리드선이 이어져 있다. 이 중 T_5쪽은, 만일 여러분의 지방 방송국 주파수가 600 kHz 이상일 경우에는 T_4쪽으로 바꾸어 잇는다.

그림 1. 게르마 라디오의 회로도



터미널은 빨강을 안테나 단자에, 검정을 어스 단자에 이어 준다. 이와 같이 색구별을 해 두면 나중에 실제로 사용할 때 편리하다.

여기에서 사용하는 바리콘에는 그림 2와 같이 단자가 3개 나와 있다. 이것은 슈퍼 라디오용의 것을 이용했으므로 속에 바리콘이 2개 들어 있기 때문이다.

이 게르마 라디오에서는 위의 2개의 바리콘을 함께 이어서 사용한다. 이 작업에서는 그림 2에서 보여 주는 것처럼 2개의 단자를 주석 도금선(없으면 비닐선도 좋다)으로 이어 주면 된다.

잭은 단자가 3개 있다. 이 중 1개는 놀려 두고 그림 3처럼 2개만 사용한다. L붙은 러그판에는 그림 4와 같이 다이오드, 저항, 콘덴서가 연결된다. 이들 부품은 L붙은 러그판을 코일 보빈에 붙이기 전에 납땜해 두는 것이 좋다.

마지막으로 플러그에 크리스탈 이어폰을 붙이면 완성된다. 잘못 된 배선이나 납땜의 불량, 잘못 붙인 부품이 없는지 다시 한 번 점검해 보자.

그림 2. 바리콘의 배선

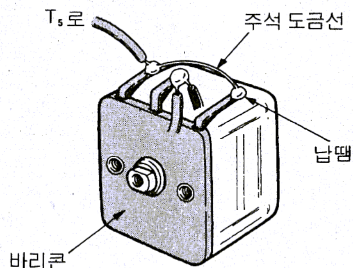


그림 3. 잭의 배선

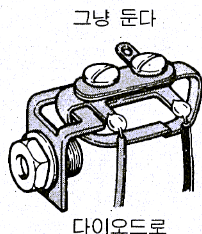
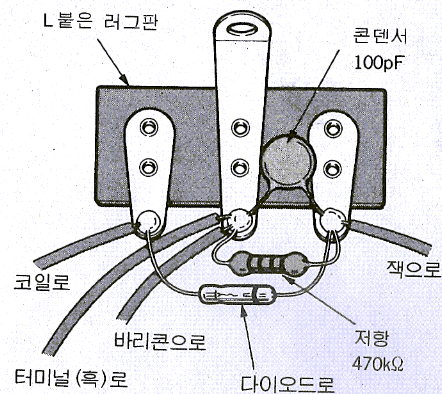
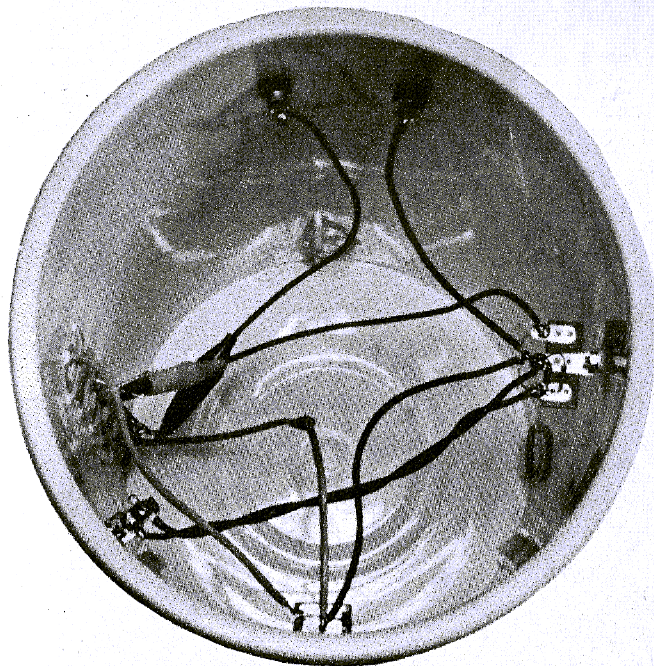


그림 4. L붙은 러그판의 부품 접속과 배선하는 법



게르마 라디오의 배선은 이렇게 되어 있다



● 안테나와 어스의 중요한 역할

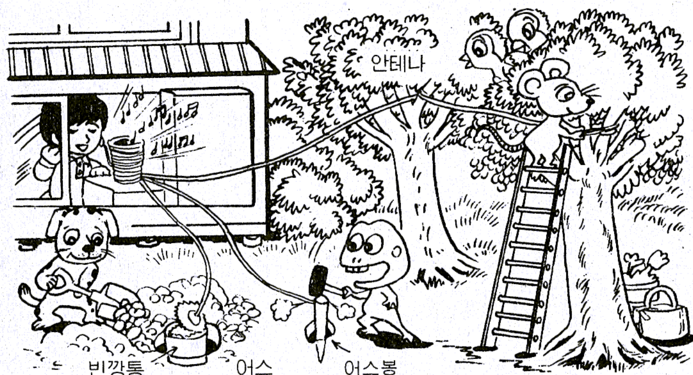
여기서 만든 게르마 라디오로 소리를 내려면 안테나와 어스가 필요하다.

안테나는 코일을 감고 난 나머지 비닐선을 되도록 길게 공중에 높이 친다. 그러나 대단하게 생각하지 말고 나무나 추녀 등을 이용하면 된다.

어스는 어스봉을 사다가 땅에 박아 꽂는 것이 확실하다. 어스봉을 구할 수 없으면 빈깡통에 비닐선을 납땜해서 땅 속 깊이 묻어 둔다.

게르마 라디오에 안테나와 어스를 연결하고 다이얼을 돌려 보자. 방송이 들리는지? 방송이 들려 오면 2개의 클립으로 코일 탭을 여러 가지로 바꾸어 보아서 잡음이 적고 확실하고 크게 들리는 곳을 찾는다.

안테나와 어스는 이렇게 설치한다



● 게르마 라디오의 마무리 작업

이 게르마 라디오가 잘 동작되면 마지막 마무리를 하자.

먼저, 바리콘에는 그림 1과 같이 트리머 콘덴서가 들어 있고 사왔을 때는 (*a*)처럼 되어 있을 것이다. 이것을 (*b*)처럼 되게 돌린다.

이렇게 하면 트리머 콘덴서의 정전용량이 최소가 되어 높은 주파수까지 수신할 수 있다.

다음에 다이얼 판에 눈금이 원래부터 그려져 있으므로 이것을 표적에 맞추어서 접착제로 발라 붙인다. 이것으로 대개의 주파수를 알 수 있다. 표적은 보기 쉬운 위치에 자신이 붙인다.

코일 탭의 사용법은 우선 다이오드에서 크리스탈 이어폰일 때는 T_5에 가까운 쪽이 좋고, 스피커나 앰프에 붙일 때는 E쪽으로 가깝게 한다.

안테나를 잇는 쪽은 어스를 하지 않고 안테나만일 때는 T_5에 가깝게 한다. 또 어스를 이을 때는 E쪽으로 가까이 한다. 또한 안테나가 짧을 때는 T_5쪽으로 가까이 하고 안테나가 길 때는 E에 가깝게 하는 것이 표준 방법이다. 여러 가지로 시험해 보자.

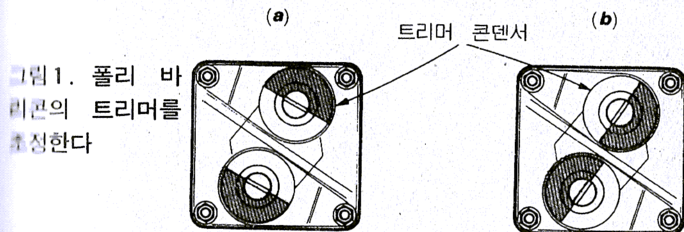


그림1. 폴리 바리콘의 트리머를 조정한다

●게르마 라디오의 구성과 성능

여기서 만든 게르마 라디오의 회로도는 키트로 만든 게르마 라디오와 거의 같다. 다만 코일에 탭이 많이 나와 있는 것이 다르다.

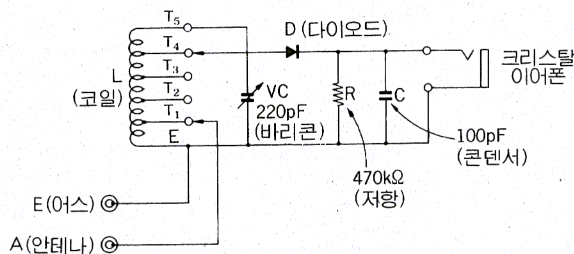
이와 같이 회로는 거의 같아도 크기나 모양이 아주 다른 데에 놀랄 줄로 안다.

이 게르마 라디오의 성능은 어스와 안테나, 특히 어스를 잇지 않으면 도리어 키트로 만든 소형 게르마 라디오보다 소리가 잘 나지 않게 된다.

반드시 안테나와 어스를 달아 주어야 한다. 이렇게 해서 안테나와 어스가 얼마나 중요한지를 알게 된다.

이 슈퍼 게르마 라디오의 소리는 크리스탈 이어폰에서 1 m쯤 떨어져 있어도 들릴 정도이다. 이와 같이 이어폰을 통해 귀가 아플 정도라면 스피커를 작게 울릴 수도 있다. 출력 트랜스(5 ~ 7 kΩ)가 달린 스피커가 있으면 이어폰 대신 연결해 보자.

게르마 라디오의 회로도



3 3석 스피커 앰프의 제작

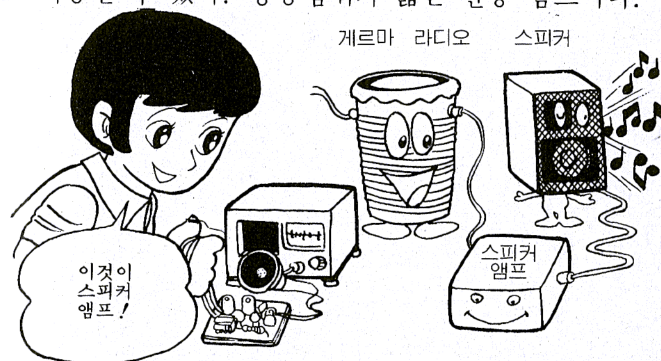
●게르마 라디오로 스피커를 울려 보자

게르마 라디오와 같이 간단한 라디오로도 방송이 들리고 게다가 크리스탈 이어폰이 쟁쟁하는 것을 듣고 있노라면 스피커를 한 번 울려 보고 싶어진다.

이럴 때는 스피커를 울리기 위한 〈스피커 앰프〉를 만든다. 이 스피커 앰프는 우리의 음성인 저주파 신호를 증폭하는 것이므로 저주파 앰프의 일종인 셈이다.

지금부터 만드는 것은 출력이 100mW (최대 200mW 정도)쯤의 소형 앰프로 음질은 썩 좋지 않으나 스피커를 크게 울릴 수는 있다.

1개 만들어 두면 라디오뿐만 아니라 인터폰이나 간단한 프리 앰프를 달아서 마이크 앰프, 텔리폰 앰프 등으로 이용할 수 있다. 응용범위가 넓은 만능 앰프이다.



●부품을 갖추자

3석 스피커 앰프에 필요한 부품은 아래 부품표와 같다. 이 앰프를 실제로 동작시키려면 9V의 전원(전지)과 스피커 및 10kΩ의 볼륨이 필요하다.

부품표 중에서 바리스터는 2SC1959(2SC9013과 동일)에 맞추어 사용하는 것으로 〈SD 실리콘 다이오드〉를 사용한다.

트랜스는 IPT(입력 트랜스; 청색)와 OPT(출력 트랜스; 적색)를 사용한다.

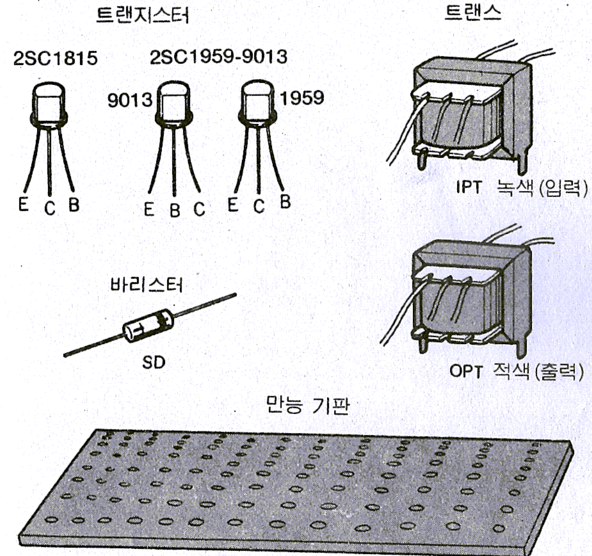
저항은 탄소저항이나 고체저항을 쓴다. 보통은 탄소저항이 구하기 쉽다.

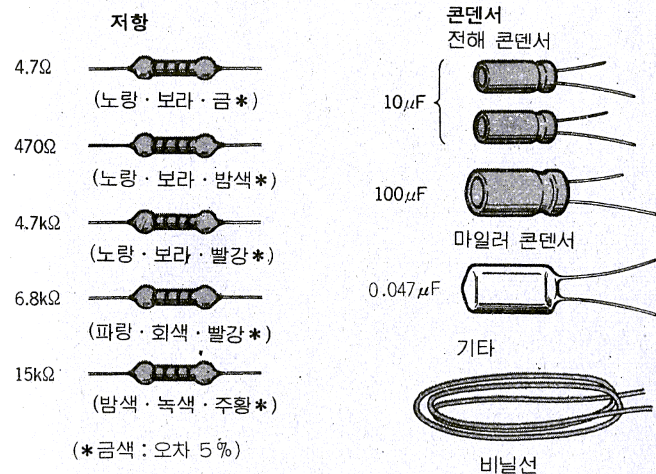
한편 이 앰프는 라디오에 넣을 것을 목적으로 하는 것이 아니므로 케이스는 준비되어 있지 않다.

3석 스피커 앰프의 부품표

부 품 명	종 류 · 수 량
트랜지스터	2SC1815(2SC372와 동일)×1, 2SC1959×2(9013동일)
바리스터	SD 실리콘 다이오드
트 랜 스	IPT, OPT
러 그 판	만능 기판
저 항	4.7Ω×1, 470Ω×1, 4.7kΩ×1, 6.8kΩ×1, 15kΩ×1 (1/4W)
콘 덴 서	전해 콘덴서 10μF×2, 100μF×1 (내압은 10V 이상이면 된다) 마일러 콘덴서 0.068μF×1
기 타	비닐선 약간

3석 스피커 앰프의 부품 실체도



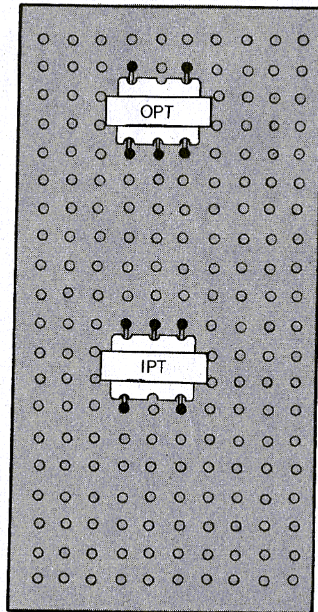


● 작업 1 ─트랜스 붙이기

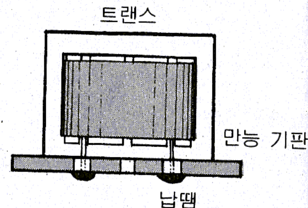
트랜스는 아래 그림과 같이 만능 기판에 붙이고 납땜해서 고정시킨다. 트랜스에는 붙이는 방향이 있다. 이것은 리드선으로 분간할 수 있으므로 틀리지 않도록 해야 한다.

만능 기판을 사용할 때는 꼭 아래와 같은 크기가 아니라도 되나 초보자의 경우에는 아래 그림과 똑 같은 것을 사용하면 편리하다.

만능 기판에 트랜스 붙이기



트랜스 붙이는 법

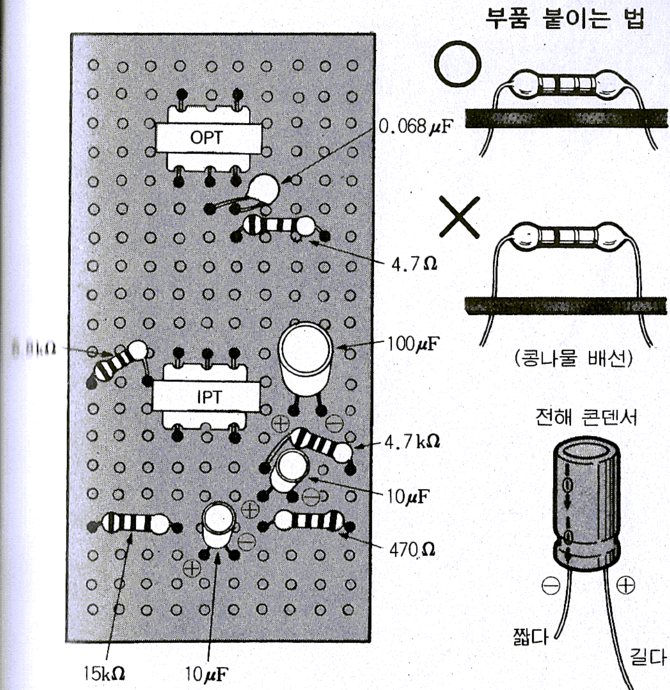


● 작업 2 ─ C, R 붙이기

C는 콘덴서의 기호, R은 저항의 기호이다. 그러므로 C, R이라 하면 콘덴서나 저항을 말한다.

아래 그림은 트랜스를 붙인 다음에 저항과 콘덴서를 붙이는 위치를 보여 준다. 전해 콘덴서에는 +, −의 극성이 있으므로 고정시키는 방향에 주의가 필요하다.

콘덴서와 저항 붙이기

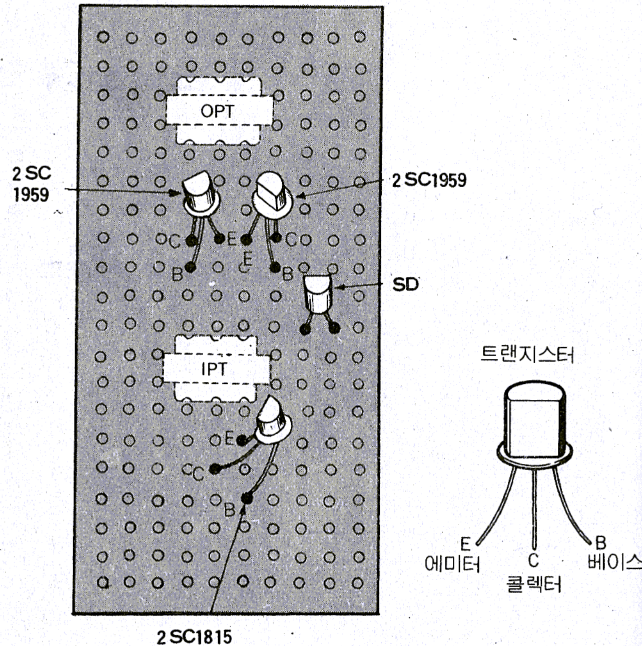


● 작업 3—트랜지스터, 바리스터 붙이기

트랜지스터나 바리스터 같은 것을 반도체 부품이라고 한다. 이들 부품은 다른 것에 비해 깨지기 쉬우므로 보통 맨나중에 달도록 한다.

트랜지스터나 바리스터에는 반드시 붙이는 방향이 정해져 있다. 이 붙이는 방향을 틀리게 하면 잘 동작되지 않을 뿐만 아니라 부품을 망가뜨리는 일도 있다.

트랜지스터와 바리스터 붙이기

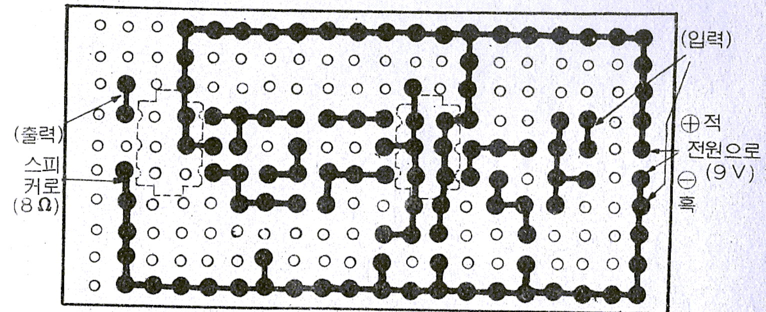


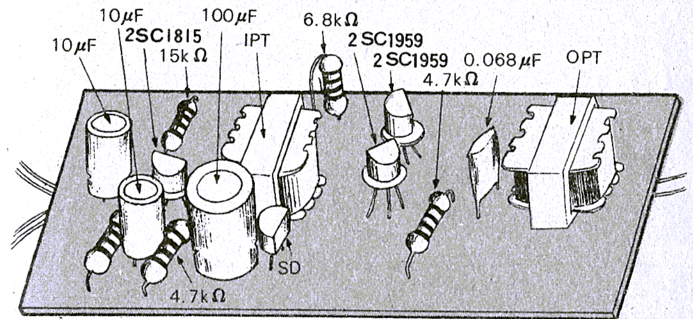
● 3석 스피커 앰프의 완성

이것으로써 3석 스피커 앰프는 완성이다. 아주 간단하다. 이 스피커를 동작시키려면 전원이나 입력 및 출력(스피커)을 연결해야 한다. 그러기 위한 접속단자를 아래 그림에 표시했다.

앰프가 완성되었으면 다시 한 번 부품이나 배선, 납땜의 잘못이 없는가를 조사해 보도록 하자.

3석 스피커 앰프의 배선





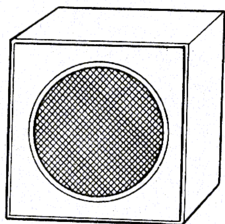
470Ω

3석 스피커 앰프의 완성된 모습

● 스피커는 큰 것이 좋다

스피커 앰프가 완성되면 먼저 잘 동작되는지를 점검해 본다.

동작 상태를 살피려면 그림 1처럼 하여 전원에서 앰프로 흐르는 전류를 재 보고 그 값으로 판단해야 한다.



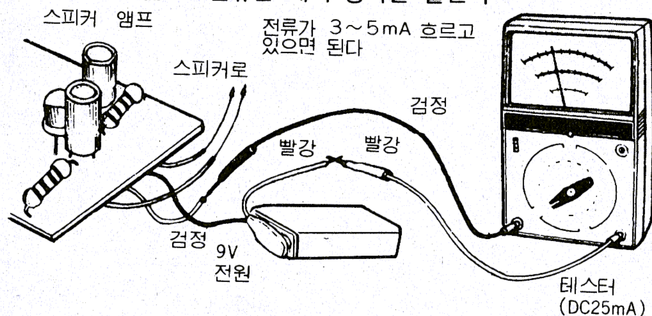
자동차 라디오용 스피커

또한 그림 1처럼 하여 검사할 때는 그림 2처럼 이어서 입력이 0이 되게 볼륨을 반시계방향으로 완전히 돌려 둔다.

스피커는 큰 것이 성능이 좋고 음질도 좋다. 위의 사진은 자동차 라디오용 볼 스피커(8 Ω, 5 W)로써 모양도 대단히 좋다.

9 V의 전원은 9 V의 파워 팩(어댑터) 등으로도 쓸 수 있으나 무엇보다도 우선은 전지로 해 보는 것이 좋다.

그림 1. 전류를 재어 동작을 살핀다



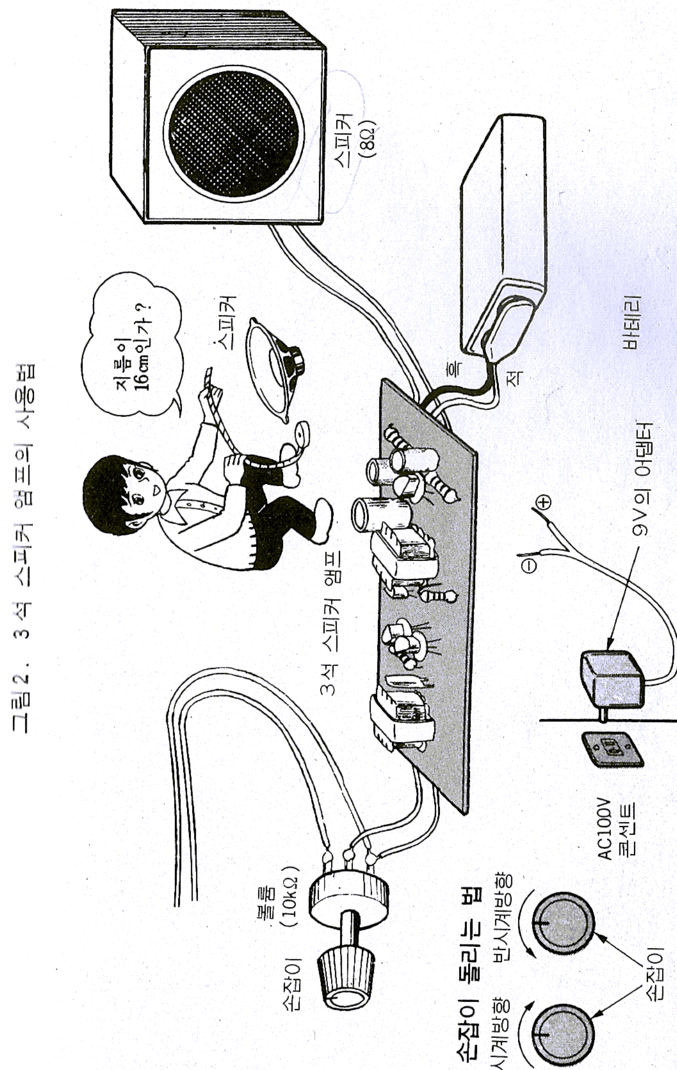


그림 2. 3석 스피커 앰프의 사용법

● 3석 스피커 앰프의 이용법

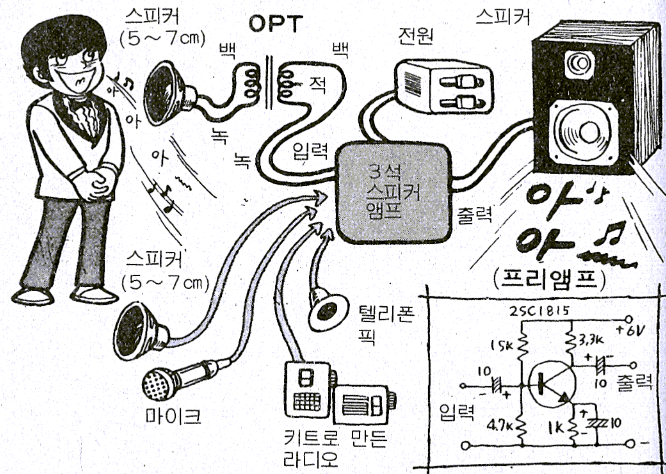
이 3석 스피커 앰프를 우선 앞서 만든 게르마 라디오로 소리를 내 보자. 물론 이 앰프는 다른 것으로도 소리를 낼 수 있다.

아래 그림은 여러 가지 보기를 든 것으로 이 중에서는 5～7cm 소형의 스피커에 트랜스(*OPT*)를 단 것이 제일 큰 소리가 난다. 여러분도 주위에 있는 것을 여러 가지로 이어 보자.

이 중에서 마이크나 텔리폰 픽에서는 소리가 작다. 이럴 때는 그림 오른쪽 아래에 있는 것처럼 트랜지스터 1석의 프리 앰프를 달아 준다.

스피커도 트럼펫 스피커가 있으면 연결해 보자. 대단히 큰 소리가 날 것이다.

3 석 스피커 앰프의 여러 가지 이용법



● 스피커 앰프의 구성과 성능

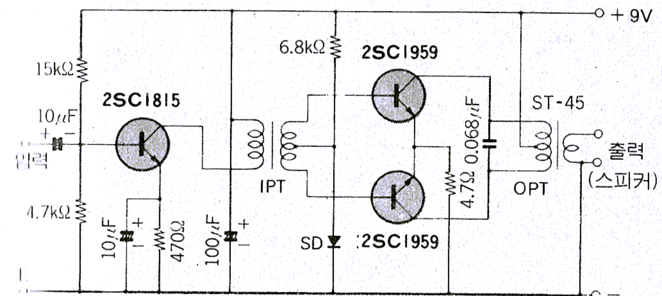
3석 스피커 앰프의 회로는 아래 그림과 같이 되어 있다.

2개의 2SC1959가 전력증폭이며 푸시 풀(*Push Pull*) 증폭회로로 되어 있다. 이 푸시 풀(줄여서 *PP*라 함) 증폭회로에서는 2개의 트랜지스터가 서로 번갈아 가며 동작해서 큰 출력을 내도록 되어 있다.

> ★앰프의 성능★
>
> 출력 : 약 100mW
> (1kHz, 부하 8Ω)
>
> 이득 : 출력 100mW를 내는데 필요한 입력은 약 5.5mV
>
> 전원전압 : 6～9V
>
> 전류 : 신호가 없을 때 3～5mA, 최대출력시 약 30mA

이 앰프의 출력은 약 100mW이므로 그다지 큰 소리를 기대할 수는 없다. 음질을 정하는 것은 저주파 특성과 일그러짐 특성이다. 주파수 특성은 약 2kHz인 곳에서 뾰족한 산모양을 하고 있는데, 그리 좋지는 않다. 그 때문에 약간 딱딱한 느낌의 음질이 된다.

그림 1. 3 석 스피커 앰프의 회로도



4 하이파이 앰프의 제작

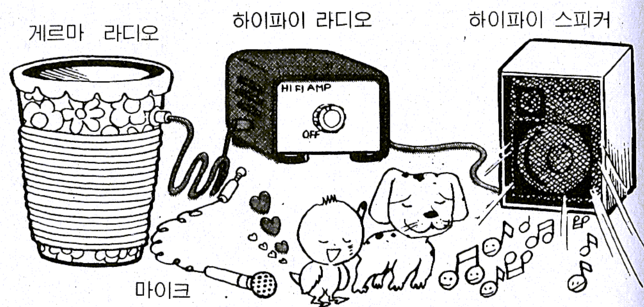
●라디오에서 중요한 저주파 앰프

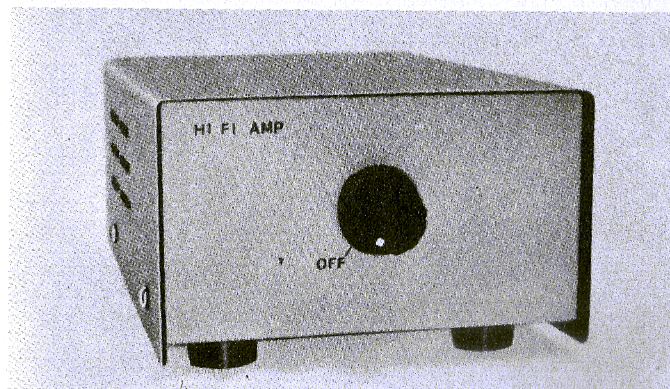
우리들의 음성이나 음악 등의 소리를 전기신호로 바꾼 것을 음성신호라고 한다. 그리고 이 음성신호는 주파수로 말하자면 저주파가 되는 셈이다.

라디오에서는 방송국에서 보내진 전파 중에서 이 음성신호를 끌어 내고, 저주파 앰프에서 증폭하여 스피커를 통해 흘러 나오게 된다.

그런데 방송국 마이크 앞의 가수가 부르는 노래를 어느 정도 원래의 음성대로 재현되는가의 능력을 라디오의 충실도라고 한다. 이 충실도가 좋은 것, 즉 고충실도란 것이 하이파이(*HiFi; High Fidelity*의 약자)이다.

그러므로 라디오의 음질은 저주파 앰프의 성능에 달려 있다. 어떠한 라디오라도 성능이 나쁜 저주파 앰프를 사용한다면 좋은 음질의 방송을 즐길 수는 없을 것이다.





지금부터 만들 하이파이 앰프의 완성품

라디오 중에서는 구성이 가장 간단한 게르마 라디오가 으뜸가는 하이파이이다. 단, 이것은 게르마 라디오에 충분히 센 전파가 들어 왔을 때이다.

그런데 게르마 라디오에 저주파 앰프를 붙일 때는 보통 1석이나 2석의 앰프밖에 붙일 수 없고, 스피커도 작은 5～7 ㎝밖에 쓸 수 없다. 이렇게 되면 좋은 소리가 날 리 없다.

앞에 나와 있는 3석 스피커 앰프는 하이파이 앰프가 아니다. 만들어 본 사람은 알겠지만 음질이 나쁘다.

지금부터 만드는 하이파이 앰프에다 하이파이 스피커를 첨가하여 성능이 좋은 게르마 라디오를 꾸며 보도록 하자. 공장에서 만들어져 나온 하이파이 앰프의 라디오 소리와 별차이가 없으며 오히려 더 좋은 소리가 나는 데에 깜짝 놀라게 될 것이다.

이 하이파이 앰프는 그밖에 여러 가지 용도에도 이용할 수 있는 것은 물론이다.

●IC로 만드는 하이파이 앰프

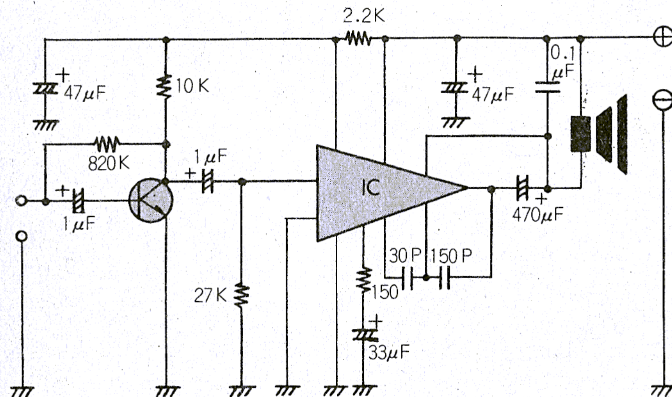
이제부터 만드는 하이파이 앰프는 전원전압이 9 V일 때 4Ω의 스피커에 0.95W, 8Ω의 스피커는 이 절반인 0.4~0.5W의 출력이 얻어진다.

이 하이파이 앰프에는 IC(*Integrated Circuit*; 집적회로)를 사용한다. IC라는 것은 저주파 앰프와 같은 1개의 전자회로를 작은 주머니 속에 담은 것을 말한다.

아래 그림은 이제부터 사용할 SN76007N라는 IC의 등가회로이다. 놀랍도록 훌륭한 부품이다.

이렇게 복잡한 회로를 가진 전자회로를 여러분은 14개의 다리를 잇는 것만으로도 이용할 수 있다.

여러분은 이 훌륭한 회로도를 이용할 수 있다!!



하이파이 앰프의 회로도

●부품 모으기 1—프린트 기판에 붙이는 부품

이 앰프의 심장부는 어쨌든 IC인 TA7207P이다. 이 IC는 통신판매 혹은 가까운 전자부품 상점 등에서 구할 수 있다.

저항은 탄소저항이나 고체저항도 좋지만 탄소저항이 일반적이다.

콘덴서는 전해 콘덴서, 마일러 콘덴서, 세라믹 콘덴서 등 3가지를 사용한다. 마일러 콘덴서와 세라믹 콘덴서의 내압은 보통 소형이라도 50V 이상이므로 걱정할 필요는 없다.

프린트 기판은 여러 번 사용해야 하기 때문에 큰 것을 사다가 그때마다 잘라 쓰면 편리하다. 프린트 기판(또는 프린트판)의 가공법은 145페이지에 실려 있다.

SN76007N

프린트 기판에 붙이는 부품일람표

부 품 명	종 류 · 수 량
프린트 기판	40mm~70mm, 베이크 또는 종이 에폭시×1
IC	SN76007N×1
저 항 기	150Ω×1, 2.2KΩ×1, 10KΩ×1, 27KΩ×1, 820KΩ×1
콘 덴 서	전해 콘덴서 1μF×2, 33μF×1, 47μF×2, 470μF×1(내압은 모두 10V 이상이면 된다.) 마일러 콘덴서 0.1μF×1 세라믹 콘덴서 30P×1, 150P×1

● 부품 모으기 2 ─케이스에 필요한 부품

프린트 기판 위에 만든 하이파이 앰프는 그대로 라디오 속에 넣어서 쓸 수도 있다. 그러나 케이스에 넣으면 이용범위가 넓은 만능 하이파이 앰프로 사용할 수 있다. 볼륨 10k의 뒤에 붙은 A는 손잡이를 돌렸을 때 저항값의 변화가 A커브의 것이라는 뜻이다. 또 〈S붙음〉은 스위치가 동시에 달려 있다는 뜻이다.

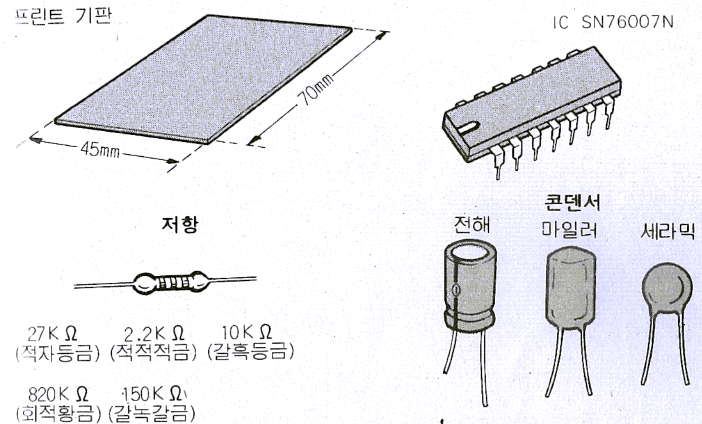
이 앰프는 건전지로 동작시킬 수도 있으므로 바테리 홀더를 준비한다. 아래 부품표에는 건전지가 넣어져 있지 않으나 실제로는 건전지 4개쯤 준비해야 한다.

잭은 3개를 사용하는데 똑같은 것이면 혼동하기 쉬우므로 색다른 모양의 것을 사용하도록 한다.

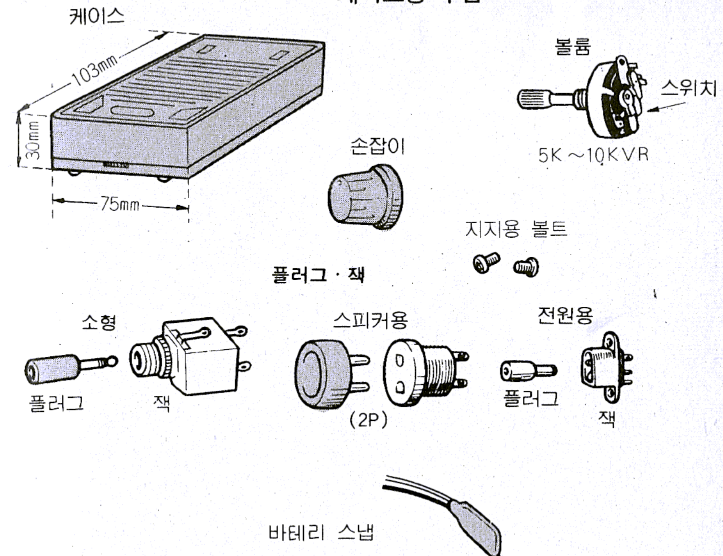
케이스에 필요한 부품일람표

부 품 명	종 류 · 수 량
케 이 스	대략 75×30×103mm의 것
볼 륨	5k－10kVR×1
플러그·잭	소형 플러그·잭×1 스피커용 2P 플러그·잭×1 전원 플러그·잭×1
기 타	손잡이×1, 서포터(15mm)×4 바테리 스냅×1 워셔(3mm)×2 비스(3×6mm)×2, 너트(3mm)×2 비닐선 약간

프린트 기판용 부품



케이스용 부품



● 작업 1 ―프린트 기판의 가공

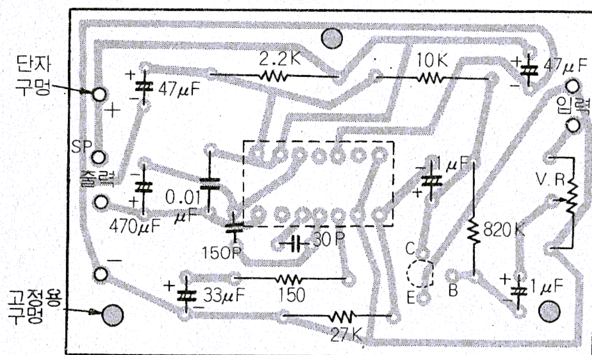
프린트 기판을 가공하려면 먼저 회로도에 따라 프린트 패턴을 만들어야 한다. 이 프린트 패턴 만들기는 처음엔 약간 어려우니 우선 만들어진 것을 이용하는 데에서부터 시작한다.

아래 그림은 하이파이 앰프의 프린트 패턴이다. 이 회로도는 실물 크기로 그려졌으므로 그대로 똑같이 만들면 된다.

프린트 패턴에서 그물이 씌워진 곳이 동박이다. 여기에 전기가 흘러 전자회로가 동작한다.

프린트 기판을 가공할 때의 주의점은 IC 14개의 다리 간격이 아주 비좁기 때문에 다리끼리 서로 달라 붙지 않게 조심해야 한다. 이 다리의 구멍은 너무 크지 않게 하는 것이 잘 하는 요령이며 0.8mm가 적당하다.

하이파이 앰프의 프린트 패턴



● 작업 2 ―부품을 붙인다

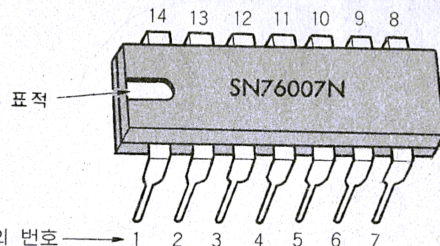
프린트 기판이 완성되면 여기에 부품을 붙인다. 부품을 달 때는 콩나물 배선이 되지 않도록 주의한다.

부품을 붙이는 순서는 IC를 맨나중에 붙이는 것이 편리하기에 그렇게 한다.

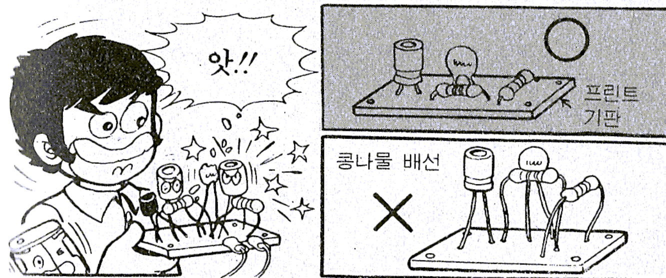
IC를 붙일 때는 다리 번호(핀 넘버)를 틀리지 않도록 한다. 프린트 패턴에는 다리 번호가 1번부터 14번까지 씌 있으므로 이에 맞추어 붙여 나간다.

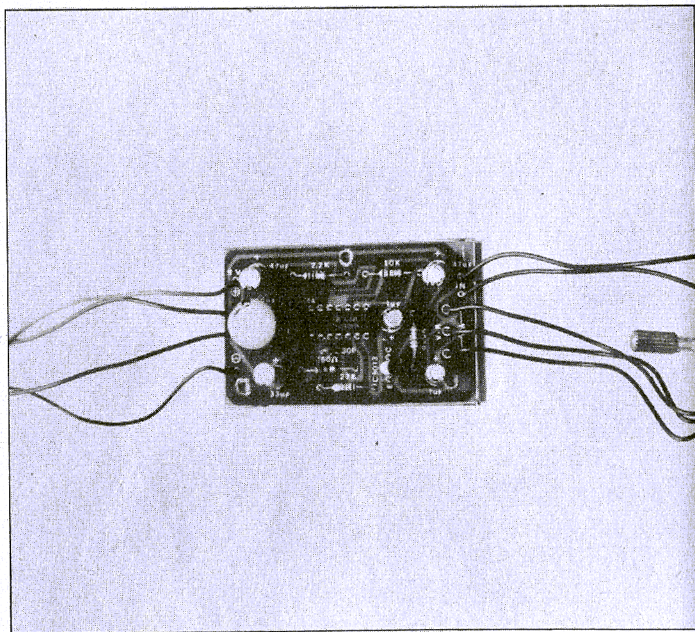
그밖에 전해 콘덴서는 +, −의 극성이 있으니 이것을 틀리지 않게 해야 한다.

SN76007N의 다리(핀) 번호를 보는 법



콩나물 배선은 고장의 원인 …





조립이 끝난 프린트 기판의 모습

앞 페이지의 프린트 패턴은 동박 쪽에서 본 것인데 부품은 이 반대쪽으로부터 리드선을 꽂으므로 틀리지 않도록 해 주기 바란다.

저항 또는 마일러나 세라믹 콘덴서는 극성이 없으므로 어느쪽으로 붙이든 상관이 없다.

프린트 기판에 대한 부품 붙이기가 끝나고 납땜을 마친 다음 납땜의 불량이나 브리지(납땜이 다른 곳과 엉킨 곳)가 있는지를 잘 조사해 본다.

●소리가 잘 나는지?!

프린트 기판의 조립이 끝나면 소리가 잘 나는지 어떤지 동작시켜 보자.

케이스에 달기 위해서 준비한 부품 중에서 우선 볼륨과 소형 플러그 및 바테리 홀더와 바테리 스냅을 꺼내어 아래 그림과 같이 이어 보자.

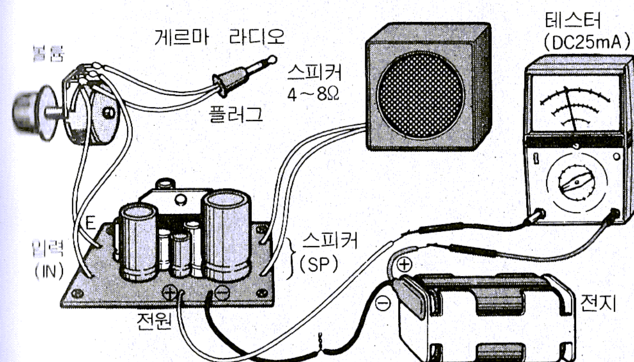
스피커는 8Ω이 좋다. 만일 4Ω이라면 8Ω보다 2배의 출력이 얻어진다.

준비가 되었으면 건전지를 넣고 테스터로 전류를 재어 본다. 이때 40~50mA의 전류가 흐르고 있으면 앰프는 정상으로 동작된다고 볼 수 있다.

준비가 되었으면 건전지를 넣고 테스터로 전류를 재어 본다. 이때 10~20mA의 전류가 흐르고 있으면 앰프는 정상으로 동작된다고 볼 수 있다.

이상이 없으면 러그를 게르마 라디오의 잭에 꽂고 소리를 내어 보자. 소리가 잘 나는지?

프린트 기판 그대로 소리를 내어 보자



● 작업 3 — 케이스에 넣어 보자

하이파이 앰프의 프린트 기판을 케이스에 넣을 때의 연결법은 그림 1과 같다.

입력인 곳은 소형 잭을 쓴다. 또 스피커인 곳에는 스피커용 잭을, 외부전원에는 전원용 잭을 쓴다.

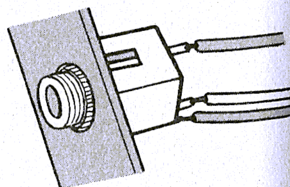
그림 2에 입력용의 소형 잭과 전원 잭의 잇는 법이 나타나 있다. 한편 스피커용 잭 2개의 리드선은 어떻게 연결해도 좋다.

전원 잭은 하이파이 앰프를 외부전원으로 동작시키기 위한 것이다. 건전지만으로는 비경제적이므로 반드시 외부전원을 사용할 수 있도록 해 둔다.

프린트 기판은 4개의 나사를 써서 케이스에 단다.

그림 2. 잭의 배선

(a) 입력용 소형 잭



(그림 1 참조)

(b) 전원용 잭

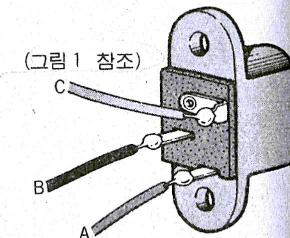
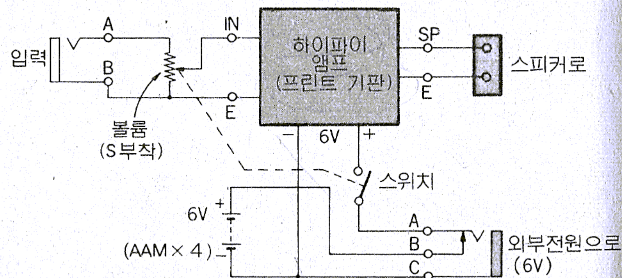
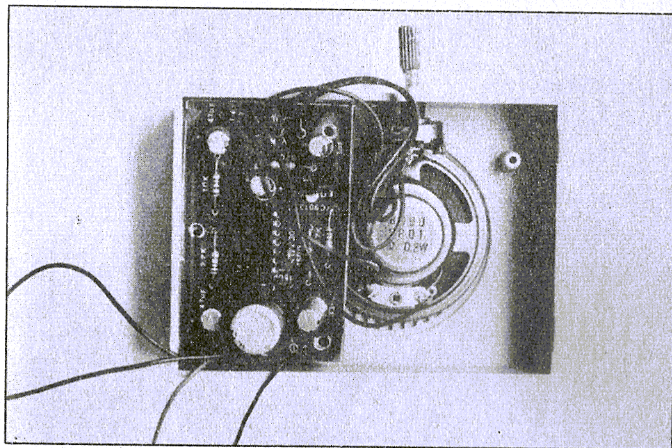
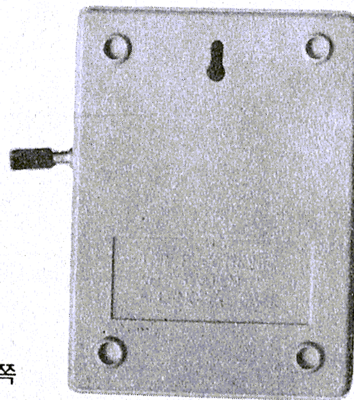


그림 1. 케이스에 넣을 때의 연결법



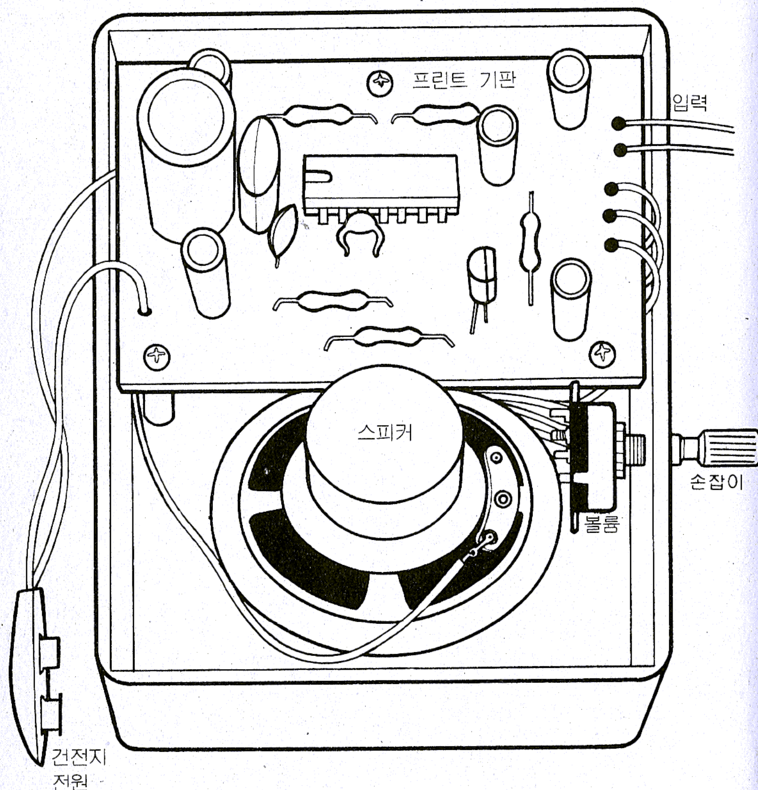


프린트 기판을 케이스에 넣은 모습



케이스 뒤쪽

하이파이 앰프의 실체도



● 하이파이 앰프의 구성과 성능

그림 1은 프린트 기판 위에 조립한 하이파이 앰프의 회로도이다.

IC SN76007N의 알맹이는 70페이지에 나와 있는 회로이며 준 컴플리멘터리 접속의 SEPP(*Single Ended Push Pull*) 회로라는 것인데 요즘의 하이파이 앰프에는 모두 이 회로가 쓰인다.

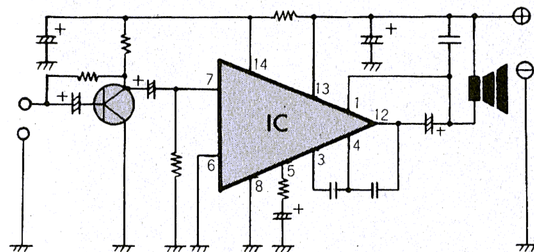
그림 1을 보면 저항기는 5개밖에 쓰이지 않고 있으며 콘덴서는 전해 콘덴서가 많이 쓰이고 있다. 이들 콘덴서가 IC 외부에 접속되는 것은 IC 속에 집어 넣기가 어렵기 때문이다.

회로도 중에 있는 R_f라는 저항은 NFB(*Negative Feedback*; 부귀환〈負帰還〉)의 양을 조절하는 것이다. 그리고 부귀환은 앰프의 특성을 개선하기(음질을 좋게 하기) 위해 거는 것이다.

그림 2는 하이파이 앰프의 입출력 특성이다. 이것을 보면 R_f의 값을 크게 하면 NFB량이 늘어 앰프의 이득

그림 1. 하이파이 앰프의 회로도

IC SN76007N



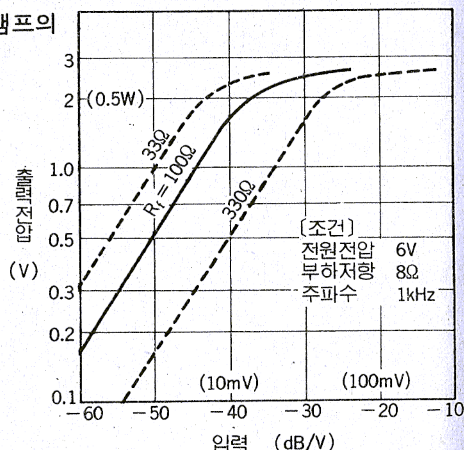
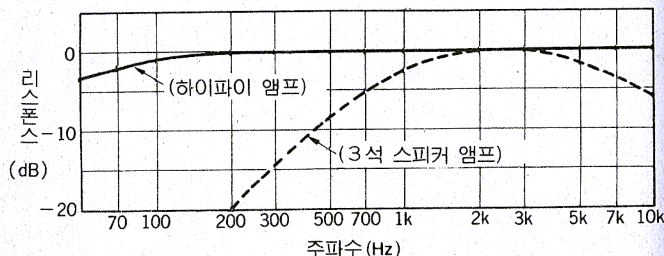


그림 2. 하이파이 앰프의 출력 특성

그림 3. 하이파이 앰프의 주파수 특성



이 줄어 드는 것을 알 수 있다. 출력은 0.5W가 완전히 얻어지며 이때 전원에서 흘러 들어 오는 전류는 약 130 mA이다.

그림 3은 주파수 특성이다. 이것을 보면 3석 스피커 앰프에 비해 얼마나 고충실도가 되는지를 알 것이다.

5 2석 1 IC 중파용 슈퍼 라디오

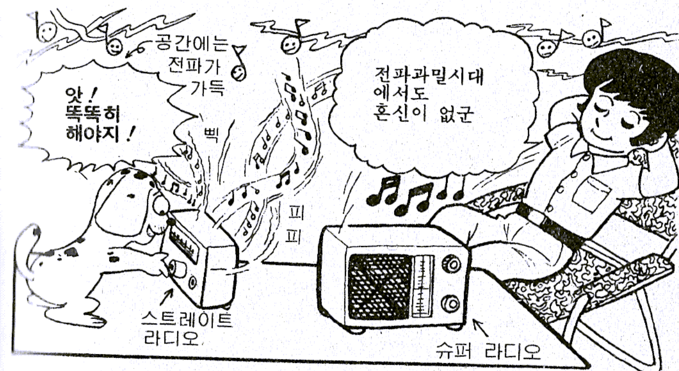
● 실용성이 큰 슈퍼 라디오

라디오 수신방식을 크게 나누면 스트레이트 방식과 슈퍼 헤테로다인 방식(슈퍼 방식)으로 구분된다.

옛날에는 스트레이트 방식의 라디오도 사용되곤 했는데 요즈음에 실제로 사용되고 있는 것은 슈퍼 방식의 라디오가 거의 전부를 차지하고 있다.

이것은 슈퍼 라디오의 성능이 스트레이트 라디오보다 훨씬 좋기 때문이다. 라디오의 성능을 정하는 것은 감도와 선택도, 그리고 충실도인데 이 중에서도 특히 감도와 선택도가 성능을 좌우한다.

선택도란 어느 정도 혼신되지 않고 수신하느냐의 능력인데, 현재처럼 전파과밀시대에서는 대단히 중요한 기능이다.



● 2석 1IC 슈퍼 라디오의 구성

이제부터 만드는 슈퍼 라디오는 중파(*MW*라고 하며 300~3,000kHz의 전파) 중에서 525~1,605kHz로 하는 방송(표준방송)을 수신하는 것이다.

이 중파방송은 진폭변조(*AM*)라는 방식으로 방송되므로 AM라디오라고도 부른다.

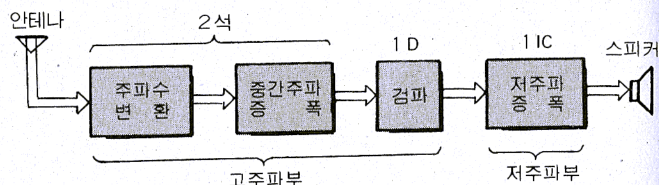
지금부터 만들 슈퍼 라디오의 구성을 정확하게 말하면 2석1D1IC라는 것이다. 석이란 트랜지스터, D란 다이오드를 이른다.

아래 그림 2석 1IC 슈퍼 라디오의 구성도이다. 이것을 보고 아는 바와 같이 이 라디오는 고주파 증폭없이 중간주파 증폭 1단으로 구성되어 있다. 중간주파수는 표준으로 455kHz이다.

일반적인 슈퍼 라디오는 중간주파 증폭 2단으로 하는 것이 표준이나 처음으로 만드는 여러분에게는 공작이 약간 어렵다. 그러므로 누구나 만들 수 있게 중간주파 증폭을 1단으로 해 두었다.

그 때문에 감도는 고주파 증폭이 붙은 스트레이트 라디오와 같으나 선택도는 스트레이트 라디오보다 좋아서 슈퍼 라디오의 특징이 충분히 나타나 있다.

2석 1 IC 슈퍼 라디오의 구성도





슈퍼 라디오를 케이스에 넣어 완성한 모습

슈퍼 라디오는 크게 나누면 고주파부와 저주파부로 구분된다. 고주파부란 주파수 변환과 중간주파 증폭 및 검파의 부분이다. 저주파부는 저주파 증폭이다.

여기서 저주파부는 68페이지에서 소개한 하이파이 앰프를 약간 변형해서 사용한다. 고주파부는 처음부터 만들기로 한다.

슈퍼 라디오의 구성도를 보면 안테나를 쓰도록 되어 있다. 그러나 실제로는 바 안테나를 사용하기 때문에 특별히 외부 안테나를 잇지 않아도 라디오 소리를 낼 수 있다.

단, 원거리 방송을 들을 경우에는 외부 안테나를 사용하면 좋기 때문에 안테나를 잇는 안테나 단자도 준비하기로 한다.

그러면 곧 2석 1IC 중파용 슈퍼 라디오의 제작에 들어 가기로 하자.

●부품 모으기 1—프린트 기판에 붙이는 부품

프린트 기판은 고주파부와 저주파부로 나누어서 만든다. 저주파부는 앞서 말한 대로 하이파이 앰프를 이용하면 훌륭하다.

표 1이 고주파부에 사용되는 부품일람표이다. 이 중에서 구하기 어려운 것은 ※표가 붙은 바리콘과 그에 연결

표 1. 고주파부의 프린트 기판용 부품일람표

부 품 명	종 류 · 수 량
프린트 기판	60×100mm, 베이크 또는 종이 에폭시×1
트랜지스터	2SC1815×2
다이오드	게르마늄 다이오드 1N60×1
바 리 콘*	폴리 바리콘 VC220pF(손잡이)×1
코 일*	IFT K−10 A, B, C(손잡이)×1 OSC K−10(손잡이)×1 RFC 4mH×1 바 안테나 PB−450S(맥스)×1 (혹은 일반용)
저 항	100Ω×1, 1kΩ×1, 4.7kΩ×1, 5.6kΩ×1, 10kΩ×2, 15kΩ×1, 33kΩ×1 (모두 1/4W형)
콘 덴 서	전해 콘덴서 10μF×1, 100μF×1 (내압은 10V 이상) 세라믹 콘덴서 0.002μF×2, 0.01μF×1, 0.1μF×4 (내압은 12V 이상)
기 타	가는 비닐선 15cm, 바 안테나의 지지대×2, 바리콘의 연장 축×1

되는 코일류인데 시중에서 대치품으로도 살 수 있다. 한편 그때에는 바 안테나의 지지대와 바리콘의 연장축도 잊지 말고 사도록 한다.

가는 비닐선은 바 안테나에 안테나 코일을 감기 위한 것이다. 만일 가는 선을 구할 수 없다면 에나멜선이나 포르말선 0.4~0.6mm인 것도 상관 없다. 안테나 코일의 감는 법에 대해서는 나중에 자세히 설명하기로 한다.

표 2는 저주파부에 사용되는 부품이다. 부품은 거의가 하이파이 앰프의 것과 같으나 저항은 100Ω이 330Ω으로, 세라믹 콘덴서 330pF이 0.002μF으로 바뀌어진다.

하이파이 앰프의 부품은 몇 대분인가를 한꺼번에 갖추어 두면 좋다.

표 2. 저주파부의 프린트 기판용 부품일람표

부 품 명	종 류 · 수 량
프린트 기판	50×60mm, 베이크 또는 종이 에폭시×1
IC	TA7207×1
저 항	330Ω×1, 33kΩ×2 (모두 1/8~1/4W)
콘 덴 서	전해 콘덴서 3.3μF×1, 22μF×1, 47μF×2, 470μF×1, 1,000μF×1 (내압은 모두 10V 이상) 마일러 콘덴서(0.068μF)×1 세라믹 콘덴서 47pF×1, 0.002μF×1, 0.01μF×1

● 부품 모으기 2 — 케이스에 들어 가는 부품

전자제품가게에 가면 여러 가지 케이스를 팔고 있는데 거의가 금속제이다. 금속제 케이스는 바 안테나에 전파가 도달하지 않으므로 안 된다.

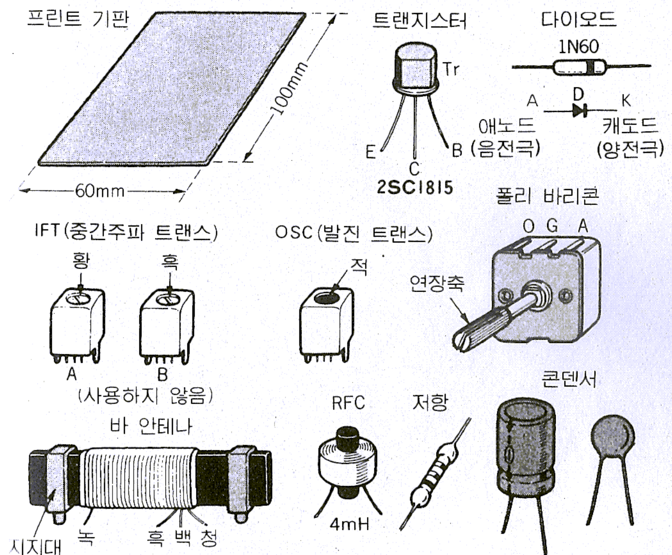
여기에서 사용하는 케이스는 샤시가 금속이지만 뚜껑은 아크릴로 되어 있으므로 라디오에 사용할 수 있다.

그리고 아래 부품표의 부품 이외에 건전지가 4개, 그리고 스피커 먼지털이용으로 엷은 헝겊(팬티스타킹의 낡은 것)이 필요하다.

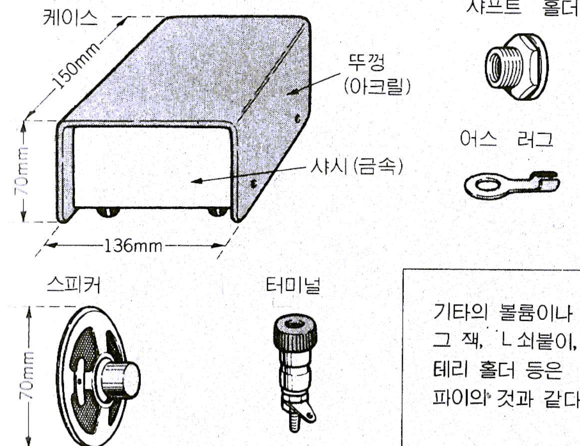
케이스에 들어 가는 부품일람표

부 품 명	종 류 · 수 량
케 이 스	대략 136×70×150mm의 것
볼 륨	10k×A(S붙음)×1
플러그 · 잭	소형 플러그 · 잭×1 전원 플러그 · 잭×1
손 잡 이	대형(30φ)×1, 소(20φ)×1
지 지 대	15mm×4, 20mm×4
스 피 커	직경 70mm, 8Ω0.3W×1
기 타	터미널×1, 바테리 홀더(AAM×4 개들이)×1, 바테리 스냅×1, L쇠붙이(대형)×2, 비스(3×6mm)×2, 너트(3mm)×3, 워셔(3mm)×2, 어스 러그×1, 실드선 20cm, 샤프트(축) 홀더, 비닐선 약간

프린트 기판에 부착되는 부품(고주파부)



케이스에 넣기 위한 부품



● 작업 1 —고주파부의 프린트 기판 조립

고주파부 프린트 기판의 프린트 패턴은 그림 1과 같다. 이 패턴은 초보자라도 틀림없이 만들 수 있도록 짜 놓았다.

부품을 붙일 때는 다이오드나 트랜지스터, 전해 콘덴

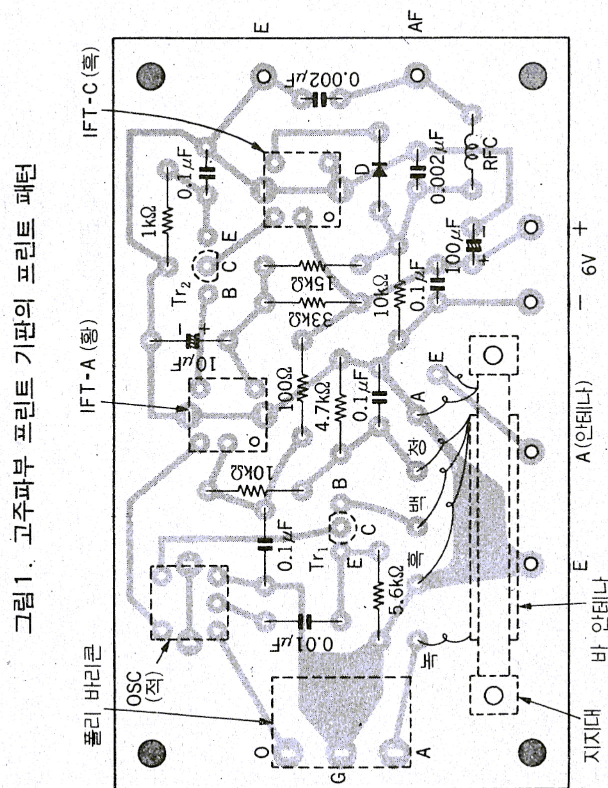


그림 1. 고주파부 프린트 기판의 프린트 패턴

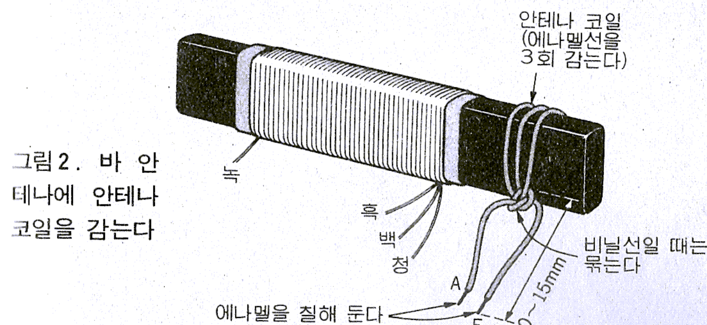


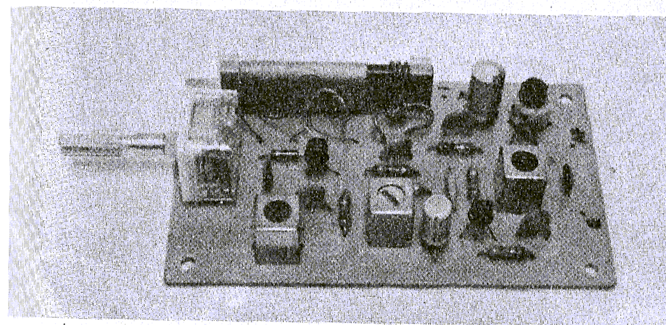
그림 2. 바 안테나에 안테나 코일을 감는다

서처럼 붙이는 방향이 정해진 것은 붙이는 방향을 틀리지 않도록 한다.

안테나는 프린트 기판에 붙이기 전에 그림 2와 같이 안테나 코일을 감는다. 안테나 코일은 에나멜선이든 비닐선이든 모두 좋다.

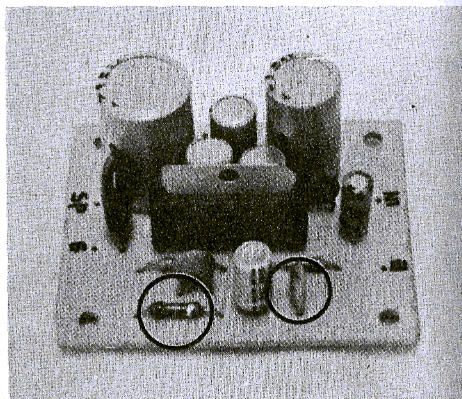
바 안테나의 지지대는 다리 쪽을 붙이는 구멍에 밀어 넣고, 그 다리를 땜인두의 열로 녹이면서 집어 넣어 고정시킨다.

그리고 IFT는 3개가 1조로 되어 있으므로 B(백)는 쓰지 않는다.



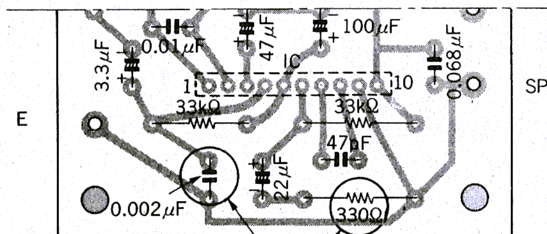
●작업 2 —저주파부의 프린트 기판 조립

여러 번 말한 것처럼 저주파부는 68페이지에 소개한 하이파이 앰프의 일부를 개조해서 그대로 사용한다. 따라서 프린트 패턴은 74페이지의 것을 그대로 사용한다. 개조하기 위한 부품을 교환하는 곳은 아래 사진과 회로에 보인 대로이다.



저주파는 하이파이 앰프의 일부를 개조한 것을 사용(○표한 부분이 바뀌는 부품)

하이파이 앰프의 부품이 바뀌는 곳



●고주파부를 테스트해 두자

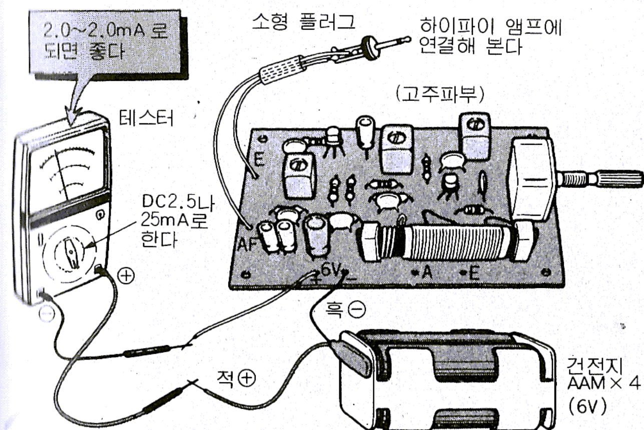
고주파부와 저주파부의 프린트 기판 조립이 끝나면 저주파부 쪽은 77페이지처럼 해서 하이파이 앰프 때의 요령으로 테스트를 해 둔다.

고주파 쪽은 아래 그림처럼 하여 테스트를 한다. 먼저 건전지와 테스터를 잇고 고주파부에 흐르는 전류를 재어 본다. 대개 2.0~2.5mA로 되어 있으면 좋다.

잘 되면 플러그를 하이파이 앰프에 이어서 소리를 내어 보자. 고주파부는 아직 조정하지 않았기 때문에 전파가 센 방송밖에 수신되지 않을지도 모르나 바리콘을 한 바퀴 돌리면 무엇인가 수신될 것이다.

그리고 방송을 수신하면 고주파부의 전류가 2mA 이하로 줄어드는 것을 확인해 두자.

고주파부를 테스트하는 법



● 작업 3 —케이스에 넣어 보자

중파용 슈퍼 라디오는 고주파부와 저주파부의 프린트 기판이나 볼륨, 잭, 터미널 등을 케이스 속에서 그림 1과 같이 연결한다.

고주파부의 프린트 기판은 높이 20mm의 지지대를 사용

그림 1. 고주파부와 저주파부를 잇는 법

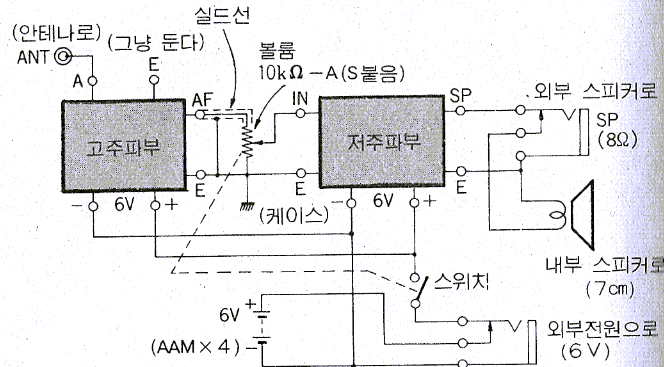
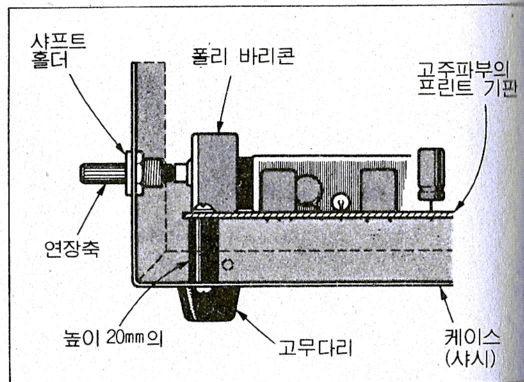


그림 2. 고주파부의 프린트 기판에 붙이는 법



해서 그림 2처럼 붙인다. 샤프트 홀더는 폴리 바리콘이 고정되어 있지 않으므로 흔들거리는 것을 막기 위한 것이다. 단, 저주파부의 프린트 기판은 높이 15mm의 지지대를 붙인다.

다이얼 눈금은 그림 3에 보인 것을 그대로 패널면에 그린다. 문자는 샤시가 검정이니까 흰색 인스턴트 레터링 등으로 써 넣으면 깨끗이 된다.

스피커는 그림 4처럼 해서 케이스의 뚜껑에다 붙인다. 엷은 헝겊은 팬티스타킹 등 불필요한 것을 이용한다. 접착제가 충분히 마른 다음 고무줄로 묶어 맨 부분을 면도칼로 잘라 내면 완성이다.

그림 3. 다이얼 눈금은 이와 같이 붙인다

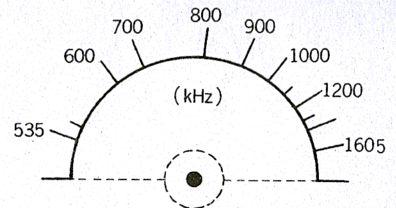
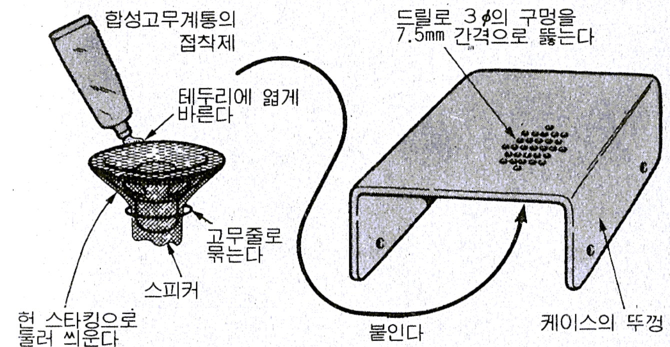
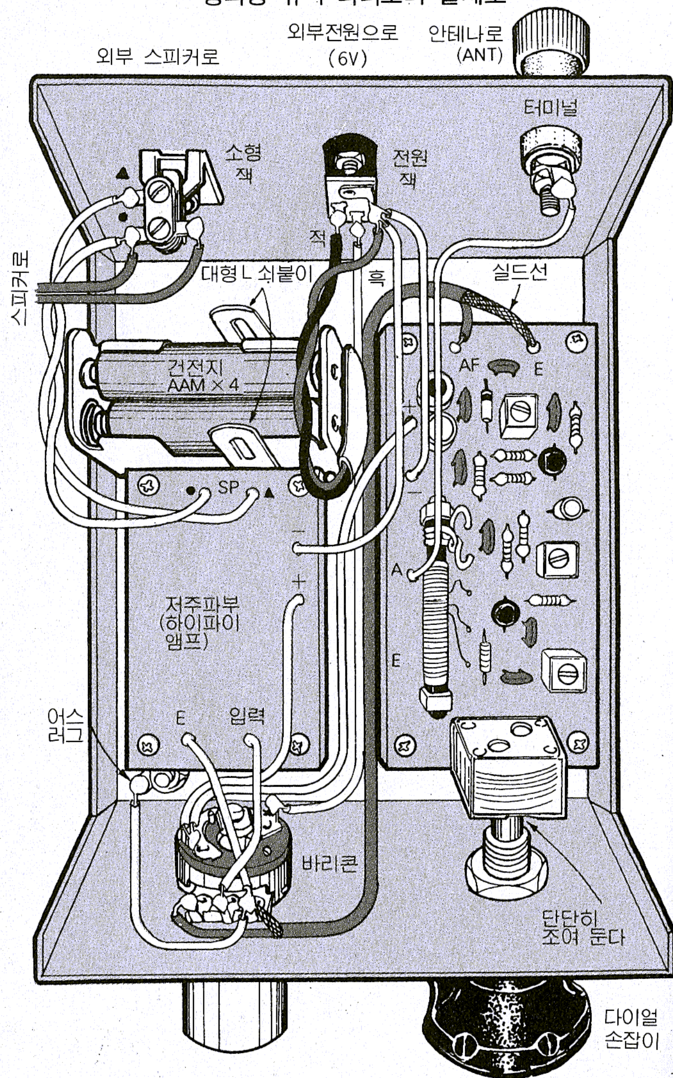
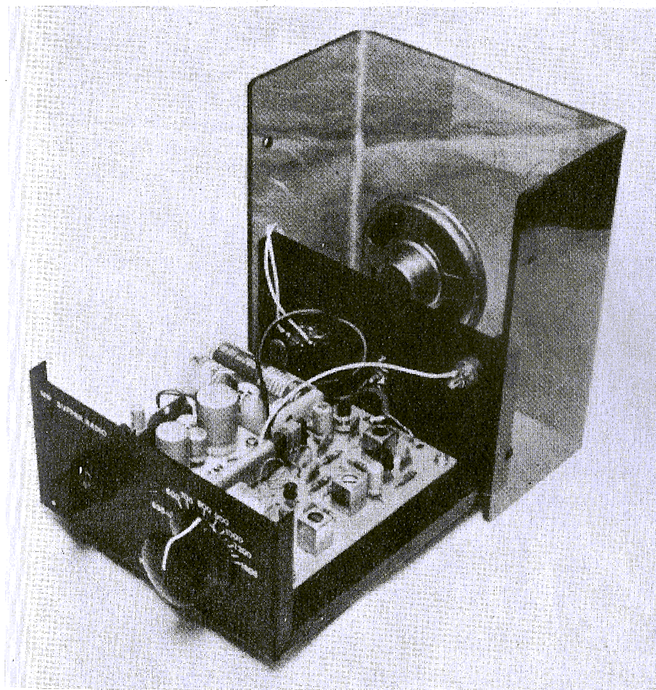


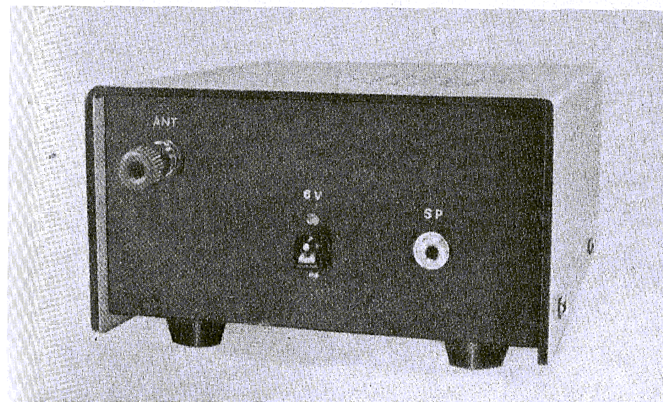
그림 4. 스피커는 이렇게 붙인다



중파용 슈퍼 라디오의 실체도







● 조정으로 라디오에 활력을 넣자

라디오 중에서도 스트레이트 라디오는 조정 없이도 동작되지만 슈퍼 라디오는 반드시 조정을 해 두지 않으면 잘 동작하지 않는다.

슈퍼 라디오의 조정은 IFT(중간주파 트랜스)를 455kHz에 맞추는 것에서부터 시작한다. 그런데 이 조정은 테스트 오실레이터(신호발생기)가 없이는 안 된다. 신호발생기가 없는 사람은 아예 IFT를 손대지 말고 그대로 둔다.

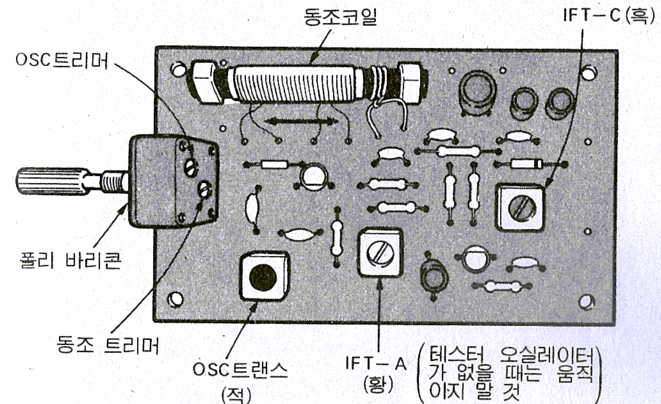
슈퍼 라디오에서는 국부발진(*OSC*)주파수와 수신주파수의 차이가 항상 중간주파수가 되게 조정해야 한다. 이것을 단일조정이라고 한다. 그러면 단일조정을 해 보자.

우선 오른쪽 그림과 같이 하여 주파수가 낮은 쪽 방송을 수신해 본다. 이를 테면 600kHz인 곳에 방송이 있으면 거기에 다이얼을 맞추고 OSC트랜스를 조정하여 그 방송이 수신되게 한다. 잘 되면 동조코일을 움직여서 가장 잘 들리는 곳에 고정한다.

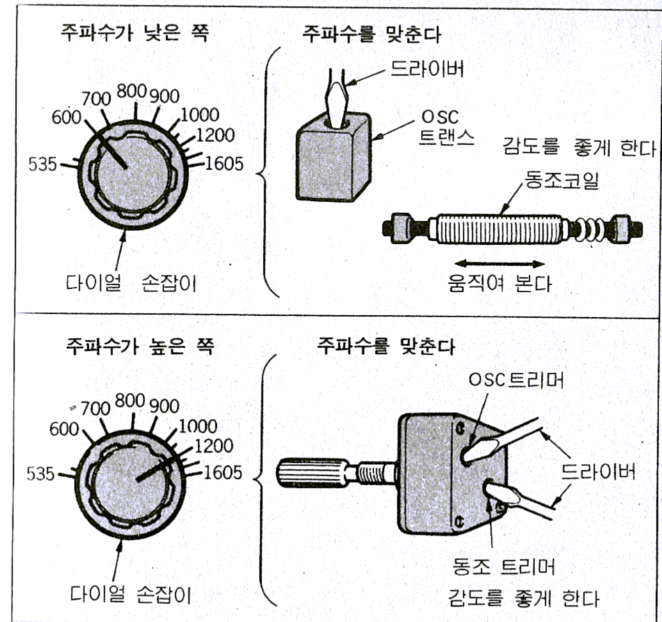
여기에 주파수가 높은 쪽, 이를 테면 1,200kHz에 방송이 있으면 여기에 다이얼을 맞추고, 다음에 OSC 트리머로 방송이 수신되도록 하며 동조 트리머를 돌려 가며 잘 들리게 한다.

이 조정을 2～3회 되풀이하면 단일조정은 끝난다. 마지막으로 IFT－C를 조정해서 최고로 잘 들리게 하면 조정은 끝난다.

조정을 할 곳



조정하는 방법



●중파용 슈퍼 라디오의 구성과 성능

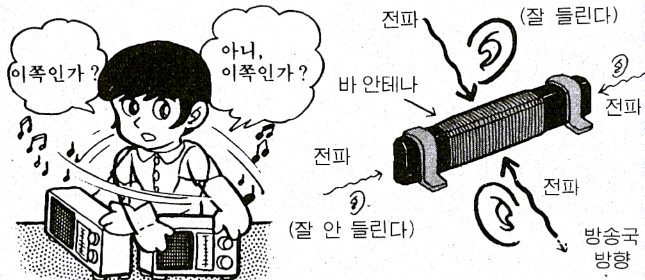
스트레이트 라디오에서는 그 지방에서 하고 있는 방송 중 전파가 약한 것은 수신이 안 되는 일도 있었는데 슈퍼 라디오가 되면 이것을 모두 수신하게 된다.

또 스트레이트 라디오에서는 근처에 전파가 강한 방송국이 있으면 다른 방송을 수신할 때 혼신되는 수가 있었는데 이와 같은 혼신도 깨끗이 없어져 버린다.

그 대신 다이얼 손잡이를 돌려서 방송에 맞출 때에 손의 반응이 민감하게 되어 약간 맞추기 어려워진다. 이것을 동조조작이 예민하게 되었다고 말한다.

여기에서 만든 슈퍼 라디오는 중간주파 증폭이 1단밖에 붙어 있지 않으므로 굉장한 고감도라고는 할 수 없다. 그러므로 바 안테나만으로 수신이 잘 안 되는 경우에는 안테나를 연결해 준다. 또한 어스 단자는 붙어 있지 않으나 어스를 달아 주면 한층 감도가 좋아진다. 한 번 실험해 보기 바란다.

바 안테나에는 지향성이 있다



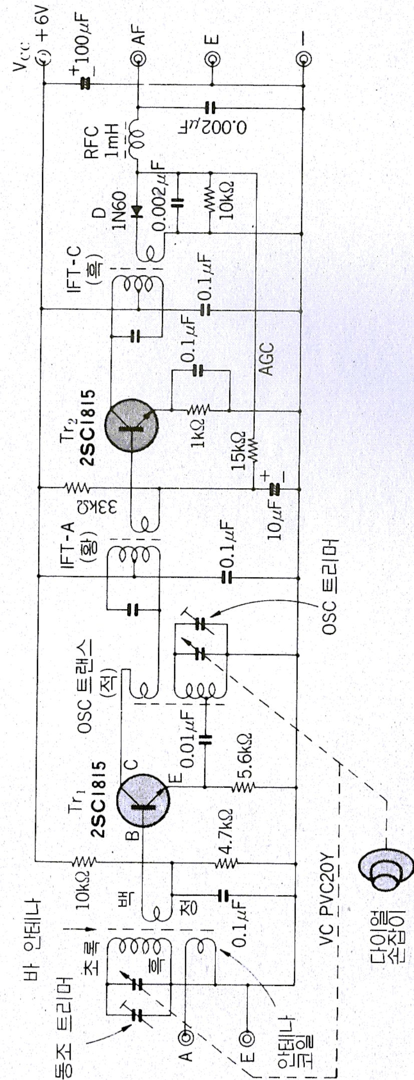
중파용 슈퍼 라디오의 회로는 오른쪽과 같이 되어 있다.

Tr_1단이 주파수 변환단이며 Tr_2단이 중간주파 증폭단이다.

Tr_2단을 보면 AGC라는 것이 있는데 이것은 자동이득조정이란 것으로 AVC(자동음량조정)라고도 한다.

이 AGC 덕분으로 센 전파나 약한 전파도 똑같이 수신되는 것이다.

V_{CC}는 전원을 접속하는 단자의 표시이다.



2석1IC 중파용 슈퍼 라디오의 회로도

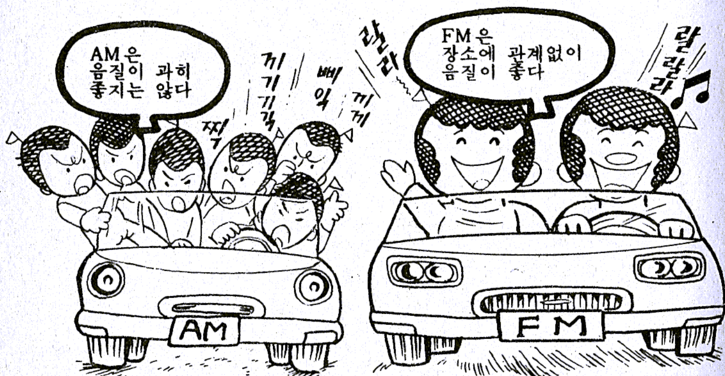
6 음질이 훌륭한 FM 라디오

● 음질이 좋은 FM방송

우리가 보통 듣고 있는 방송에는 AM방송과 FM방송이 있다. AM방송은 중파(*MW* 또는 *MF*라고 한다)인 525~1,605kHz를 사용하는 표준방송을 가리키며(실제는 단파방송도 *AM*이다) FM방송은 초단파(*VHF*)인 88~108 MHz를 사용해서 방송하고 있다.

AM(진폭변조)이라든지 FM(주파수변조)이라는 것은 단지 변조(전파에 음성신호를 싣는 것)의 방식이 다를 뿐이다. AM방식은 음성신호를 실었을 때의 전파폭이 그다지 넓지 않기 때문에 전파의 이용면에선 좋으나 음질은 그리 좋지 않다.

그러나 FM은 전파폭이 넓어서 전파의 이용면에서 다소 비경제적이긴 하나 음질이 좋아서 특히 음악 등을 듣는 데에는 안성마춤이다.



● FM라디오의 구성

FM방송은 VHF인 88~108MHz라는 아주 높은 주파수를 사용하기 때문에 이것을 수신하는 FM라디오는 반드시 슈퍼 헤테로다인 방식의 슈퍼 라디오이어야 한다. FM방송은 게르마 라디오와 같이 간단한 스트레이트 라디오로는 수신이 잘 안 된다.

이제부터 만드는 FM라디오는 그림 1과 같은 구성으로 되어 있다.

〈프런트 엔드〉라는 것은 슈퍼 라디오의 심장부인 고주파 증폭과 주파수 변환(혼합+국부발진)을 하나로 종합한 것을 뜻한다.

그림 1과 같이 FM라디오에서 필요한 것은 〈FM 복조〉뿐이다. 이 부분은 실제로는 그림 2와 같이 더욱 복잡하게 되어 있다.

그림 1. FM라디오의 구성도

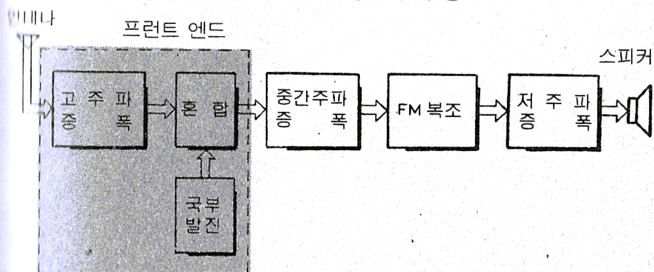
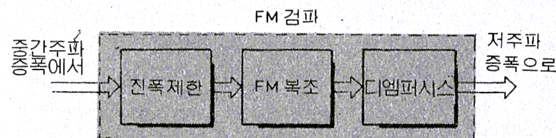
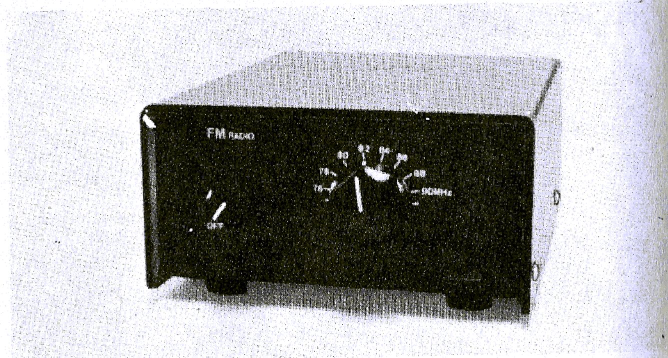


그림 2





소형으로 만든 FM라디오

진폭제한이란 것은 전파 속에 섞여 있는 잡음을 제거하는 것이다. 이 진폭제한의 역할로 FM라디오는 잡음이 대단히 적어진다.

FM검파라는 것은 FM방송의 전파로부터 음성신호를 꺼내는 곳이다.

그 뒤에 있는 디엠퍼시스라는 것은 송신측에 가해진 변형신호를 원래대로 되돌리는 곳이다. 즉 송신측에서 프리엠퍼시스라고 해서 음성신호의 고역(주파수가 높은 곳)을 세게 해서 내보내므로 수신측에서 반대로 고역을 약하게 하는 역할을 시키는 셈이다. 이렇게 해서 결과적으로는 저음에서 고음까지 깨끗이 재생되는 것이다.

FM방송에서는 스테레오 방송도 하고 있다. 스테레오로 하려면 그림 2의 FM검파 뒤에 〈스테레오 복조〉라는 것이 장치되어 오른쪽 신호와 왼쪽 신호로 갈아 주어야 한다. 스테레오 복조는 복잡하므로 여기서는 넣지 않았으나 이 라디오를 기초로 해서 스테레오 방송을 수신하게 할 수도 있다.

● FM라디오의 마무리

FM라디오를 만들 때는 〈프런트 엔드〉, 〈중간주파 증폭, FM복조〉, 〈저주파 증폭〉 등 3부분으로 나누어 생각해야 한다.

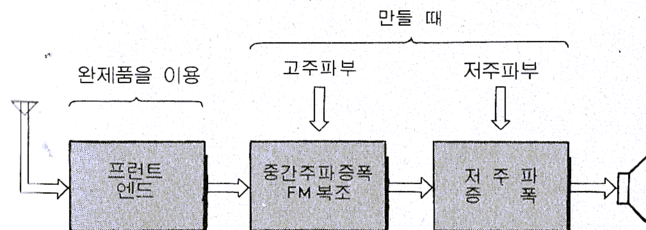
이 중에서 프런트 엔드 부분은 VHF인 88~108MHz를 증폭하거나 이것을 10.7MHz의 중간주파수로 변환시키는 곳인데, 직접 만들기는 어렵고 또 조정하려면 측정기가 필요하다. 따라서 이 부분은 판매되고 있는 것을 사용하는 것이 좋다.

FM라디오에서 실제로 부품을 모아 만드는 것은〈중간주파 증폭, FM복조〉와 〈저주파 증폭〉이다. 이것을 각각 〈고주파부〉, 〈저주파부〉라 부르기로 한다.

이 중에서 저주파부는 68페이지에서 만든 하이파이 앰프를 일부 변형시켜서 사용한다. 그러므로 여기에서 처음으로 만드는 것은 고주파부뿐이다.

이 고주파부에는 IC를 사용한다. IC를 사용하면 트랜지스터를 사용했을 경우의 절반 이하의 크기로 되며, 게다가 제작이 간단해서 조정도 편하게 된다.

FM라디오는 이 3개를 이어서 만든다



●부품 모으기 1—프린트 기판에 붙이는 부품

먼저 고주파부의 프린트 기판에 붙이는 부품부터 모아 보면 표 1과 같다.

IC는 저주파부에 쓰는 하이파이 앰프용의 것과 함께 사면 된다.

필터는 10.7MHz의 FM라디오용 세라믹 필터이다. 이전에는 여기에 많은 중간주파 트랜스(*IFT*)를 사용했었으나 지금은 이 필터만으로 충분하게 되었고 또 조정이 필요 없다는 점이 아마튜어에게는 무엇보다도 매력적이다. 10.7MHz IFT 코일은 FM검파용의 것을 사용한다.

표 1. 고주파부의 프린트 기판용 부품일람표

부품명	종 류 · 수 량
프린트 기판	40×60㎜, 베이크 또는 종이 에폭시×1
트랜지스터	2SC380×1
IC	TA7130P×1
필 터	세라믹 필터 CFR—107MA×2
코 일	10.7MHz IFT, IFK—107A×1
저 항	100Ω×1, 330Ω×2, 1kΩ×1, 10kΩ×1, 15kΩ×1, 100kΩ×1, (탄소 또는 고체저항, 1/8~1/4W)
콘 덴 서	전해 콘덴서 47μF16V×1 세라믹 콘덴서 15pF×1, 0.01μF×4 (내압은 50V 이상) 마일러 콘덴서 0.0068μF50V×1

표 2는 저주파부의 프린트 기판을 붙이기 위한 부품일람표이다.

여기에서 앞서 만든 하이파이 앰프와 다른 점은 IC이다. 앞에서 만든 것은 6V 건전지로 동작시켰기 때문에 TA7207P를 사용했는데 FM라디오의 프런트 엔드나 고주파부에 사용되는 TA7130P는 12V로 동작시키게 되어 있으므로 저주파부도 이에 맞추어 12V로 쓰이는 TA7208P로 바꾼다. 사용법은 어느쪽이나 똑같다.

또한 이와 같은 FM라디오는 12V로 동작시키므로 콘덴서의 내압 등에 주의해야 한다. 구체적으로는 세라믹 콘덴서나 마일러 콘덴서는 내압이 대개 50V 이상으로 되어 있다.

표 2. 저주파부의 프린트 기판용 부품일람표

부품명	종 류 · 수 량
프린트 기판	50×60㎜, 베이크 또는 종이 에폭시×1
IC	TA7208P×1
저 항	330Ω×1, 33kΩ×2 (모두 1/8~1/4W)
콘 덴 서	전해 콘덴서 3.3μF×1, 22μF×1, 47μF×2, 470μF×1, 1,000μF×1 (내압은 모두 16V) 마일러 콘덴서 0.068μF50V×1, 세라믹 콘덴서 47pF×1, 330pF×1, 0.01μF×1

●부품 모으기2 —케이스에 넣기 위한 부품

케이스는 중파용 슈퍼 라디오와 같은 것을 사용한다. 크기는 조금 더 커진다.

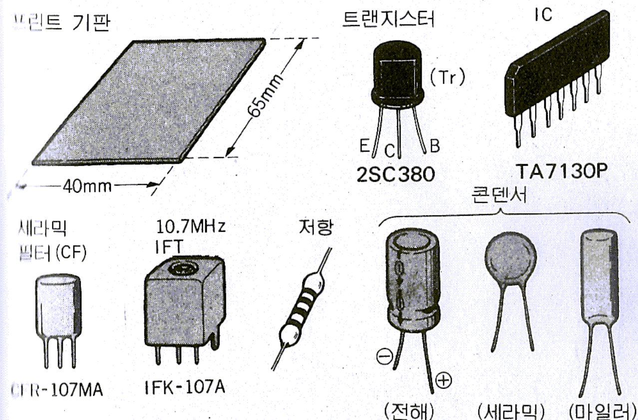
연장축은 프런트 엔드의 바리콘의 축을 연장하여 패널면으로 끌어 낸다.

바테리 케이스는 건전지가 3개 들어 가는 것이 없으면 4개 들어 가는 것을 준비해도 좋다. 3×15mm 크기의 비스는 스피커를 붙이기 위한 것이다.

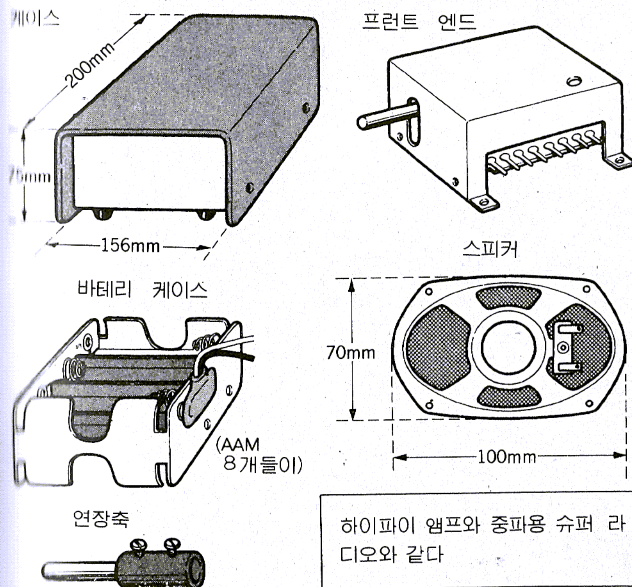
케이스에 들어 가는 부품일람표

부품명	종류·수량
케이스	대략 156×75×200mm의 것
프런트 엔드	SFM−80F×1
볼륨	10k−A(S붙음)×1
플러그·잭	소형 플러그·잭×1 전원 플러그·잭×1
손잡이	대형(30φ)×1, 소형(20φ)×1
스피커	7×10cm, 16Ω 1W×1
기타	터미널×2, 지지대(15mm)×12, 연장축×1, 바테리 홀더 (AAM 8개들이)×1, 바테리 스냅×1, L쇠붙이(대형)×2, 비스(3×6mm)×2, 비스(3×15mm, 접시비스)×4, 너트(3mm)×6, 워셔(3mm)×6, 실드선 20cm, 비닐선 약간

고주파부에 사용하는 부품



케이스에 넣기 위한 주요 부품



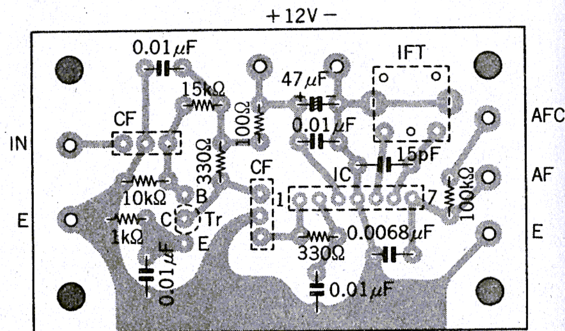
● 작업 1 —프린트 기판의 조립

그림 1은 고주파부의 프린트 패턴이다. IC 다리는 좀 복잡하므로 패턴이 서로 엉키지 않게 주의한다.

부품 중 단자표시가 있는 것은 트랜지스터, IC, 그리고 전해 콘덴서이다. 트랜지스터와 IC에 대해선 그림 2를 보면 알 수 있다. 전해 콘덴서는 다리가 긴 쪽이 +, 짧은 쪽이 —이다.

세라믹 필터(*CF*)는 다리가 3개이나 단자 구별표시가 없으므로 어느 방향으로 붙이든 상관 없다.

그림 1. 고주파부의 프린트 패턴



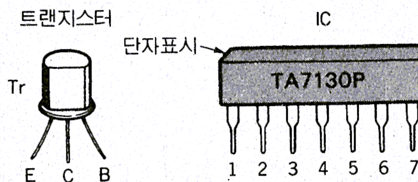
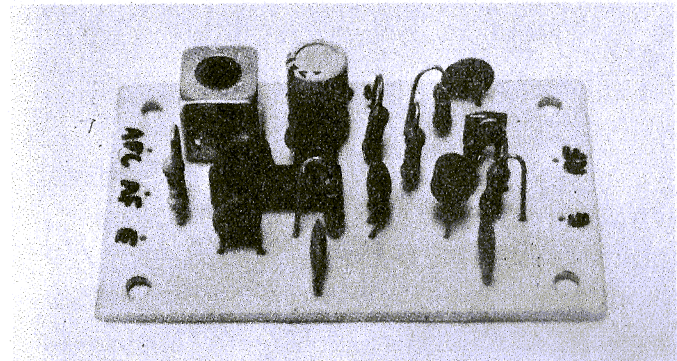


그림 2. 붙이는 방향이 정해져 있는 부품

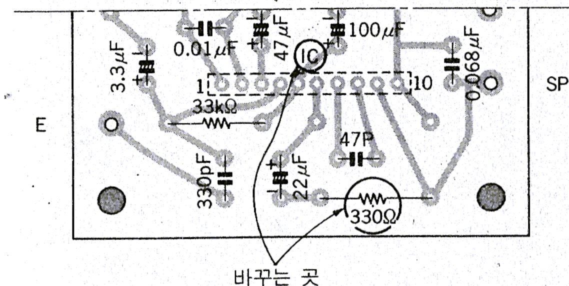


고주파부 프린트 기판이 완성된 모양

저주파의 프린트 기판 프린트 패턴은 74페이지에 소개한 하이파이 앰프의 것을 쓴다. 단, 부품은 일부를 바꾸어야 한다. 부품을 바꾸는 곳은 그림 3과 같다. 한편 IC는 TA7207P를 TA7208P로 바꾼다.

하이파이 앰프는 6V로 동작시켰으나 여기에서 만드는 저주파부는 12V로 동작시킨다. 이 하이파이 앰프에서는 8Ω의 스피커에 2W의 출력이 얻어진다.

그림 3. 하이파이 앰프의 부품을 바꾼다



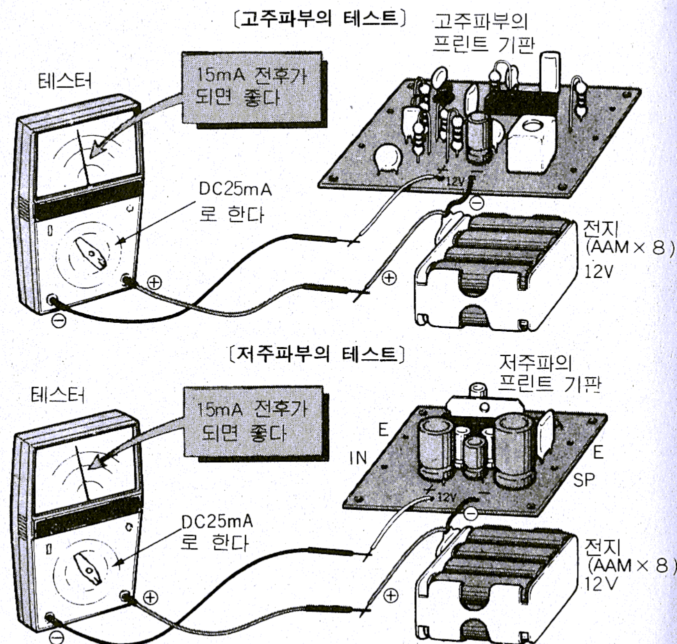
●프린트 기판의 테스트를 해 두자

고주파부와 저주파부의 프린트 기판이 완성되었으면 케이스에 조립하기 전에 테스터를 써서 테스트를 해 둔다.

테스트 법은 아래 그림과 같다. 어느쪽 프린트 기판에도 전류가 15mA 정도 흐르면 된다.

저주파부의 프린트 기판을 테스트 해 둘 때 IN의 단자에는 아무것도 이어 두지 않는다. 여기에 손을 대면 전류가 커진다. 또한 스피커는 잇든지 잇지 않든지 상관 없다.

프린트 기판을 테스트하는 법



●작업 2 —케이스에 넣는 법

그림 1은 프런트 엔드, 고주파부 및 저주파부의 연결 법이다.

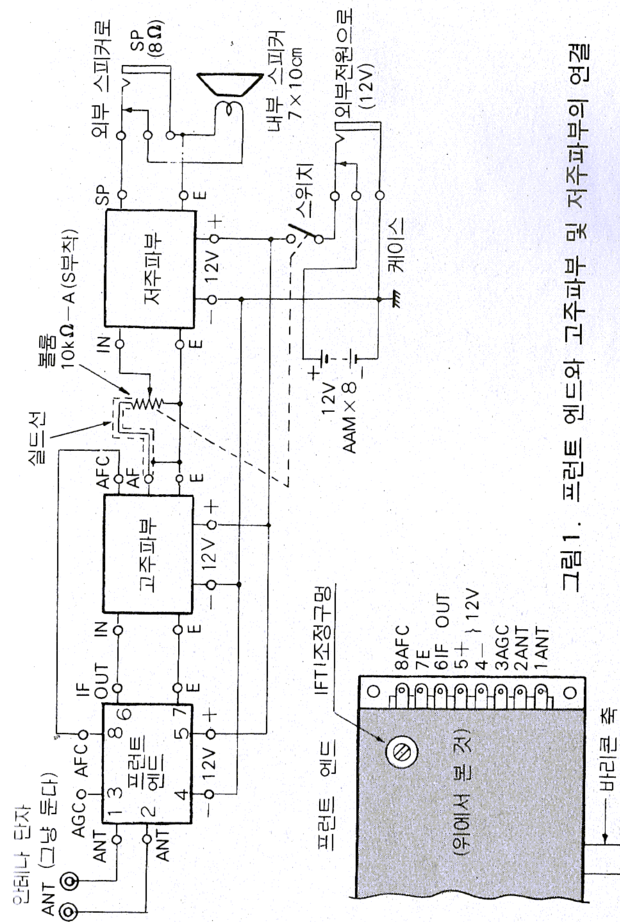


그림 1. 프런트 엔드와 고주파부 및 저주파부의 연결

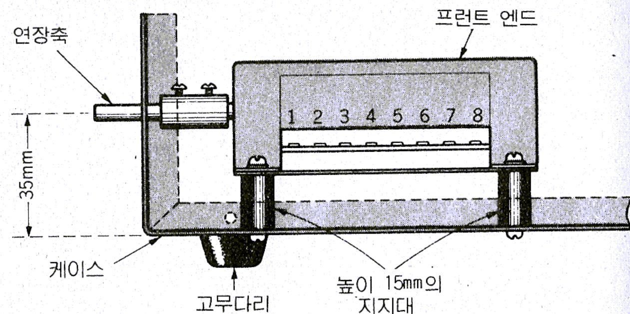


그림 2. 프런트 엔드를 붙이는 법

프런트 엔드, 고주파부, 저주파부는 모두 15mm의 지지대를 써서 케이스에 붙인다. 그림 2는 프런트 엔드의 붙이는 법이다.

앞쪽 패널의 프런트 엔드에서 나와 있는 축에는 주파수 눈금을 붙여야 한다.

프런트 엔드의 설명서에는 180°를 100으로 나눈 다이얼 눈금판이 달려 있는데 이것을 고쳐 그린 것이 그림 3이다. 그림 3은 지름 30mm의 손잡이를 쓸 경우 실물크기대로 그렸는데 이것을 그대로 패널면에 베끼면 된다.

스피커는 아크릴제의 뚜껑에 단다. 다는 위치는 바테리 홀더의 윗쪽이 적당하다. 스피커가 다른 것에 닿지 않고 잘 들어 가는 위치를 찾아 붙인다.

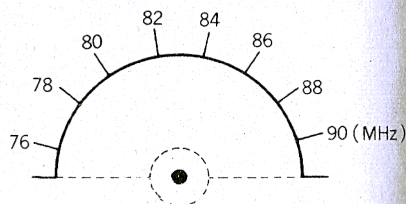


그림 3. 패널 앞면에 다는 주파수 눈금판

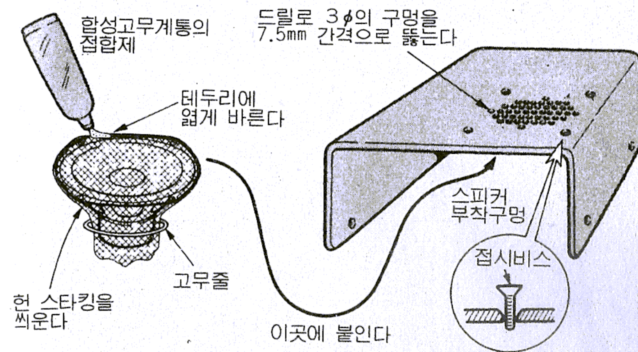


그림 4. 스피커를 붙이는 법

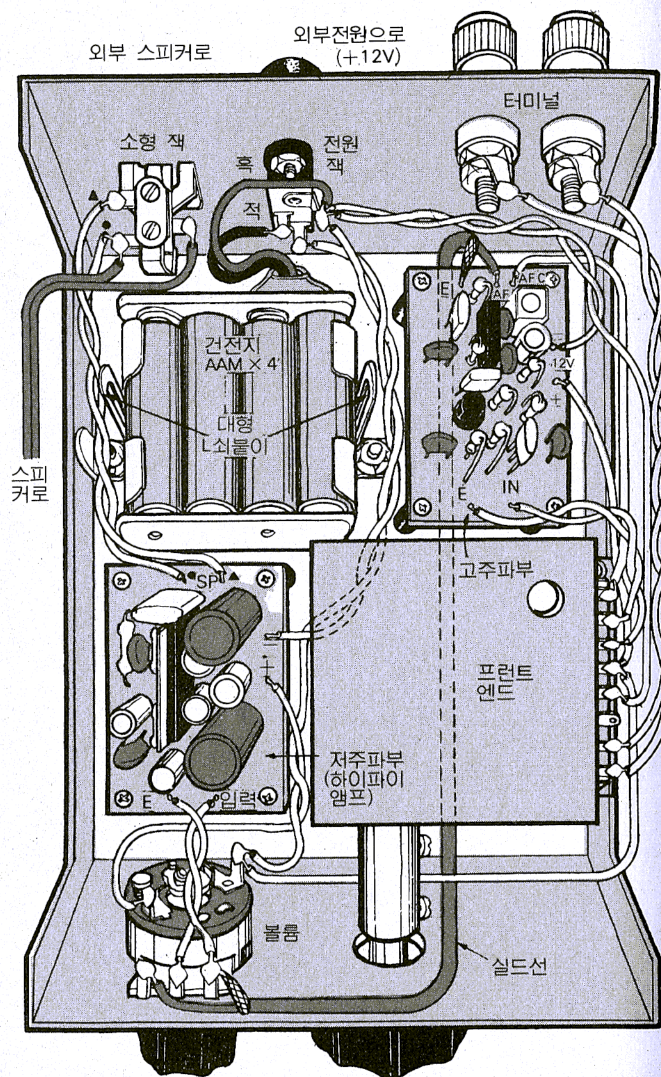
그림 4는 스피커를 다는 방법이다. 스피커의 앞 쪽에는 먼지가 들어 가지 않게 엷은 헝겊(팬티스타킹 등)을 접착제로 붙인다.

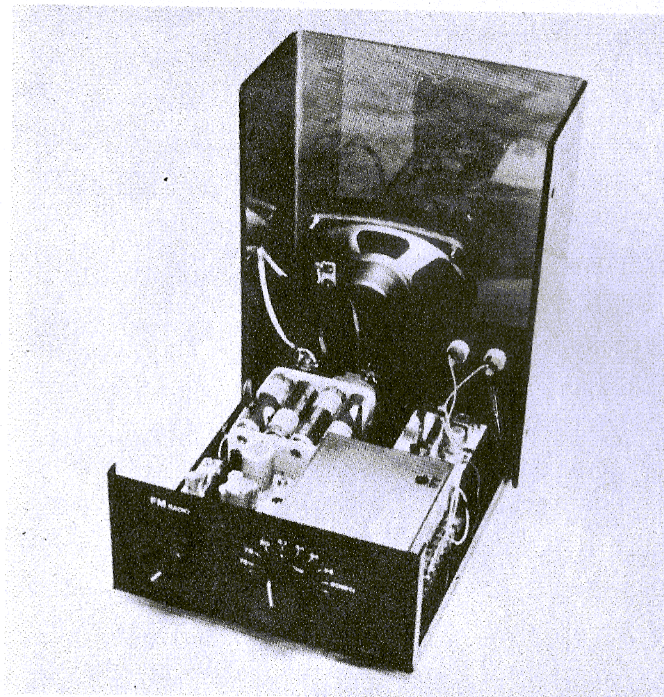
여기에서 사용하는 스피커는 타원형인데 이 정도의 크기가 되면 붙이는 구멍이 뚫려 있으니 이것을 이용해서 스피커를 단다.

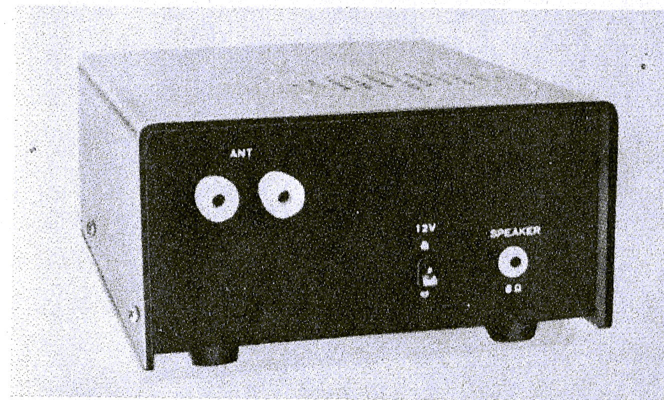
한편 이때 접시 비스를 사용하면 케이스 밖으로 비스 머리가 나오지 않고 깨끗이 된다.

마지막으로 패널면(앞뒤)에 넣는 글씨는 인스턴트 레터링 등을 사용하면 된다. 케이스의 샤시가 진한 색이면 흰색의 인스턴트 레터링을 사용한다. 글자가 있으면 사용하기에 편리하고 모양도 좋아진다.

FM라디오의 실체도


외부 스피커로
외부전원으로
(+12V)
터미널
소형 잭
흑
전원
잭
적
AFC
E
12V
+
건전지
AAM × 4'
대형
L쇠붙이
스피
커로
E
IN
고주파부
SP
+
프런트
엔드
저주파부
(하이파이
앰프)
E
입력
볼륨
실드선




ANT
12V
SPEAKER
8Ω

●간단히 되는 FM라디오의 조정

FM라디오가 완성되면 곧 동작시켜 보자. FM 라디오를 동작시키려면 반드시 FM방송 수신용의 안테나가 필요하다. 안테나가 없으면 FM방송을 수신할 수 없다.

FM용 안테나는 가게에서 파는 것도 있으나 TV 피더를 써서 그림 1처럼 직접 만들 수도 있다.

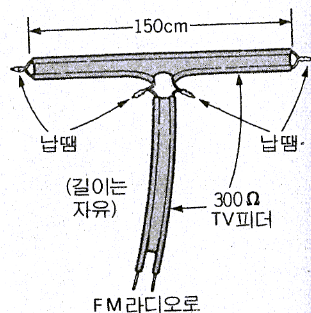


그림 1. FM용 안테나

그러면 FM용 안테나를 잇고 스위치를 넣어 보자. 다이얼 손잡이를 돌렸을 때 방송이 없는 곳에서 샤— 하고 많은 잡음이 나면 성공이다. 이 잡음을 FM 특유의 것으로 이것이 나면 잘 동작된다는 증거이다.

고급 FM수신기에서는 뮤팅회로라는 게 붙어 있어서 이 잡음을 지우도록 되어 있다. 여기에는 이 회로가 달려 있지 않다.

지금까지 잘 되었으면 실제로 방송을 수신하면서 조정을 해 본다.

먼저 그림 2처럼 하여 프런트 엔드 단의 7번과 8번 다리를 이어 준다. 이로써 AFC(자동주파수제어)가 동작하지 않게 된다. AFC에 대한 설명은 뒤로 미룬다.

다음에 어디든지 좋으니까 방송을 수신해 보자. 확실하게 수신되면 전파발사 FM방송국의 주파수를 조사하여 다이얼을 대체로 그 위치에 맞추어 둔다.

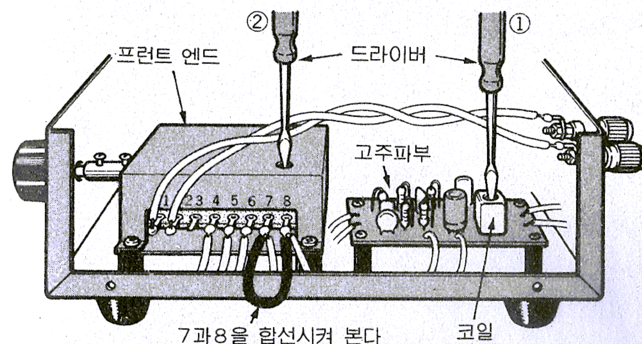


그림 2. FM라디오의 조정

수신이 잘 되면 다이얼 손잡이를 더 잘 수신되도록 하이 ①의 고주파부 코일을 드라이버 끝으로 돌려서 소리가 가장 크고 깨끗이 들리게 조정한다.

다음에 되도록 약한 전파(모두 세면 안테나를 뗀다)를 다시 수신하여 프런트 엔드 ②를 가장 잘 들릴 때까지 조정한다. 그러나 효과는 그리 크지 않다.

잘 되었으면 처음에 한 프런트 엔드 7번과 8번의 접속을 뗀다. 이로써 AFC가 동작하기 시작한다.

AFC란 다이얼 손잡이를 대충 방송 가까이에 하면 자동적으로 정확히 수신하는 장치이다. 그러니까 AFC가 동작하고 있다면 다이얼 손잡이를 약간 움직여도 방송은 제대로 수신된다. 이로써 FM라디오의 조정은 끝난다.

● FM라디오의 회로와 성능

앞에서도 말했듯이 FM라디오는 프런트 엔드, 고주파부, 저주파부 등 3부분으로 되어 있다. 이 중에서 저주파부는 하이파이 앰프와 같으므로 생략하고 프런트 엔드와 고주파부의 회로를 그림 1에 나타냈다.

그림 1을 보면 알 수 있듯이 이 FM라디오에서는 프런트 엔드 회로가 가장 복잡하게 되어 있다. 이것을 만들지 않아도 되므로 FM라디오의 자작이 가능한 것이다. 이 프런트 엔드는 메이커에서 잘 조정된 것이므로 다이얼 눈금도 잘 맞는다.

전에는 고주파부 IC단을 트랜지스터 회로로 썼는데 그렇게 하면 트랜지스터가 3～4개, IFT가 3～4개, 게다가 많은 저항이나 콘덴서가 필요했다. 그런데 IC를 사용하면 조정할 곳도 거의 없고 이렇게 간단히 되어 버린다. 또한 여기에서 사용한 TA7130P의 IC 속에는 트랜지스터가 25개, 다이오드 4개, 저항 27개, 콘덴서가 2개나 들어 있다.

이 FM라디오는 프런트 엔드도 일반용이며 IC도 보통의 것을 사용하기 때문에 성능은 중간 정도이다. 그러나 저주파 출력이 2W(8Ω일 때)여서 하이파이용 스피커를 달면 훌륭한 음질의 FM방송을 즐길 수 있다.

공부방이나 침실에 장치해서 조용하게 FM방송을 즐기기에는 안성마춤이다.

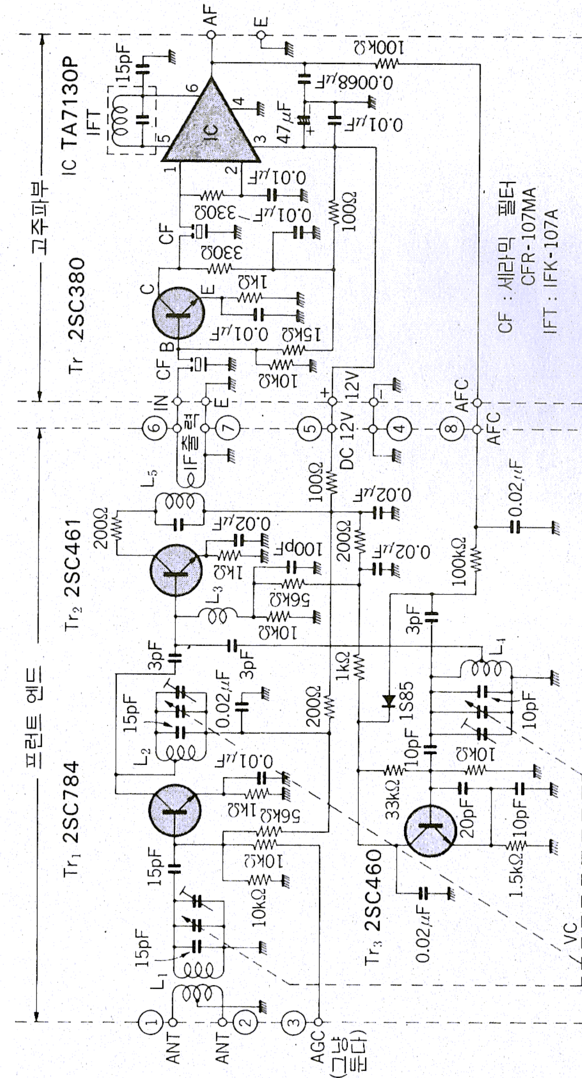


그림 1. FM라디오의 프런트 엔드와 고주파부의 회로도

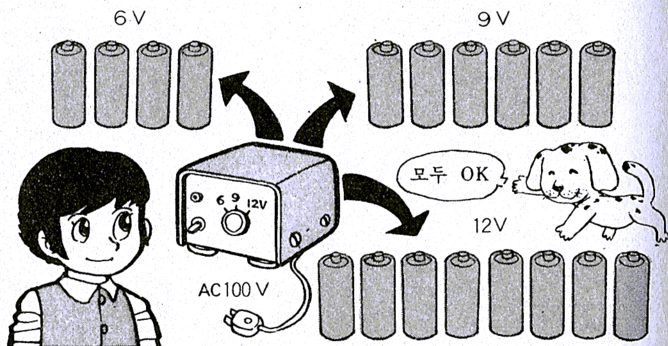
7 라디오용 6/9/12V, 1A 정전압 전원

●건전지 대신으로 사용하는 전원

지금까지의 하이파이 앰프나 라디오는 모두 건전지를 몇 개 사용하여 6 V 나 12V로 동작시켰다. 이와 같이 건전지로 동작시키면 어디든지 가지고 갈 수 있어서 아주 편리하다. 그러나 건전지는 쓰면 소모되므로 다시 바꿔 넣어야 하는 불편이 따른다.

이런 이유로 한 곳에 두고 쓰는 경우에는 가정용 100 V전기(상용교류 110 V)를 써서 동작시키면 편리하다. 이러한 때를 위해 하이파이 앰프나 라디오에는 모두 외부 전원용의 잭이 준비되어 있다.

이제부터 만드는 것은 건전지와 대치하여 사용할 전원이다. 출력전압은 6/9/12 V로 전환되어 나오게 하며 출력전류는 1 A까지 나오게 한다.

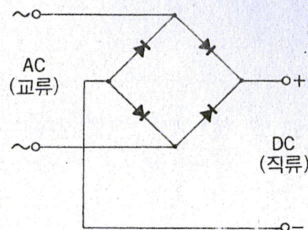


●부품 모으기 1 —프린트 기판에 다는 부품

지금부터 만드는 라디오용 정전압 전원의 심장부는 μA 78MG라는 IC이다. 이것은 4 단자 레귤레이터라고 하는 것인데 출력전압을 가변할 수 있는 정전압 전원용 IC이다.

정류기는 실리콘 정류기를 사용한다. 여기에서 사용하는 W02M이라는 것은 4 개의 정류기를 1 개의 주머니 속에 넣어 아래 그림처럼 브리지로 싼 것이다.

볼륨은 반고정 볼륨이다. 되도록이면 조정하기 쉬운 것을 고른다.



저항은 모두 탄소저항으로 한다. 0.5Ω 1 W는 탄소저항이 없으면 권선저항으로도 상관 없다.

프린트 기판에 붙이는 부품일람표

부 품 명	종 류 · 수 량
프린트 기판	40×80㎜, 베이크 또는 종이 에폭시×1
IC	μA78MG×1
트랜지스터	2SB435×1
정 류 기	브리지 W02M (200 V, 1.5A)×1 (대치품, 실리콘 다이오드×4)
볼 륨	원형4.7kΩ×1, 10kΩ×1, 22kΩ×1 (반고정)
저 항	0.5Ω1 W×1, 47Ω1/4W×1, 4.7kΩ1/4W×1
콘 덴 서	전해 콘덴서 1,000μF25 V×1
기 타	비스(3×6 ㎜)×2, 너트(3 ㎜)×2

●부품 모으기2 —케이스에 넣는 부품

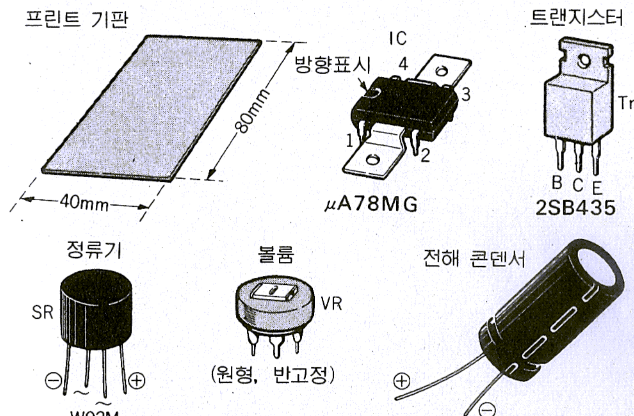
트랜지스터의 2SB618은 대형을 사용하며 방열 때문에 케이스에 나사로 고정시킨다. 한편 이때 쓰는 운모 절연판과 기타 부속물을 잊지 않도록 한다. 이것은 트랜지스터를 사면 반드시 따라 온다.

스위치 중에서 소형 로터리 스위치는 1회로면 좋으나 4회로의 것밖에 없으므로 3회로는 놀려 둔다. LED는 브라켓이 든 것인데 꼬마전구 대신으로 사용하는 것이다.

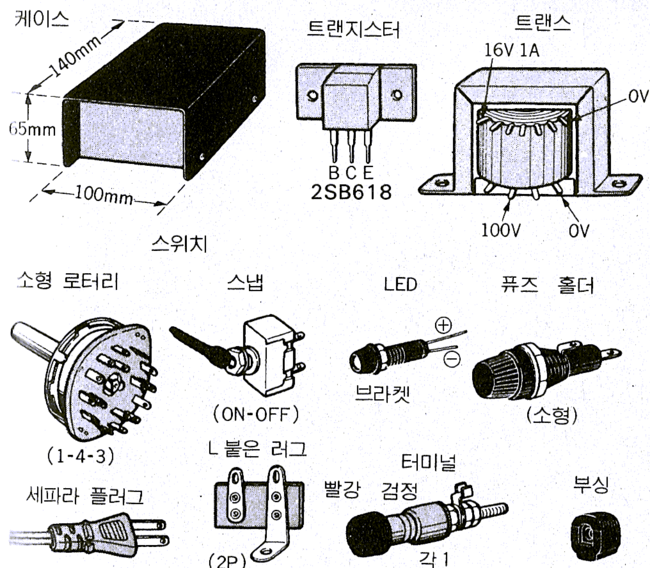
케이스에 넣기 위한 부품일람표

부 품 명	종 류 · 수 량
케 이 스	대략 100×65×140㎜의 것
트랜지스터	2SB618 × 1
트 랜 스	16V 1A × 1
스 위 치	소형 로터리 1단 4회로 3접점×1 스냅(단극단투)×1
저 항	탄소저항 470Ω1/4W×1
기 타	LED×1, 손잡이(25ϕ)×1, L붙은 러그판(2P)×1, 퓨즈 홀더(소형)×1, 퓨즈(0.5A)×1, 터미널(빨강, 검정) 각1, 지지대(15㎜)×4, AC코드 1.5m, 세파라 플러그×1, 부싱×1, 비스(3×6㎜)×3, 너트(3㎜)×3, 워셔(3㎜)×3, 비닐선과 엠파이어, 튜브 약간

프린트 기판에 붙이는 부품

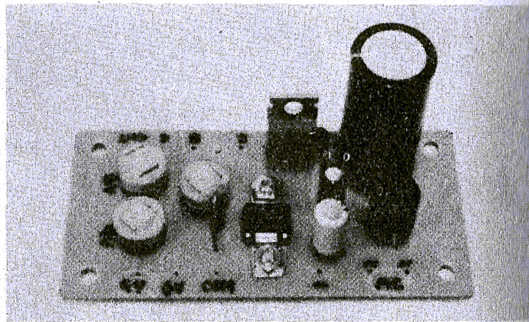


케이스에 넣기 위한 부품의 일부



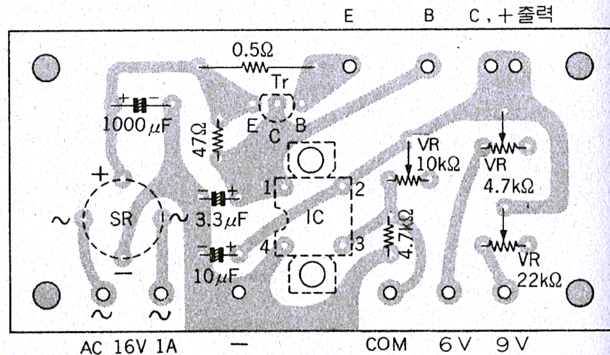
● 작업 1 —프린트 기판의 조립

아래 그림은 프린트 기판의 프린트 패턴을 나타낸다. 초보자라도 만들기 쉽게 부품배치는 여유 있게 되어 있다. 방향표시가 있는 IC, 트랜지스터, 전해 콘덴서, 실리콘 정류기는 붙이는 방향을 틀리지 않게 한다. IC에는 125페이지 그림과 같이 방향표시가 있으므로 이것을 붙이는 방향과 맞춘다.



프린트 기판이 완성된 모습

라디오용 정전압 전원의 프린트 패턴



● 작업 2 —케이스에 넣는 법

그림 1은 케이스에 넣는 경우 전체의 연결법을 보여 준다.

케이스에 넣을 때 주의해야 할 일은 트랜지스터 2SB618을 붙이는 것인데 그림 2와 같이 한다.

이 트랜지스터는 약간 열을 내므로 케이스에 단단히 조여 붙인다.

그림 2. 트랜지스터를 붙이는 법

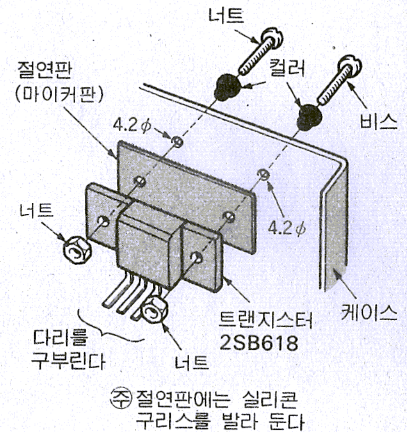
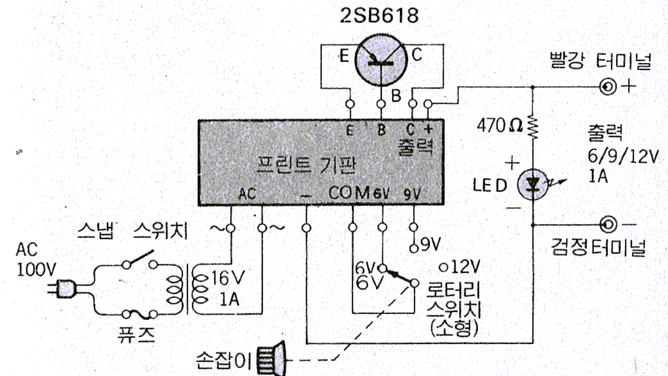
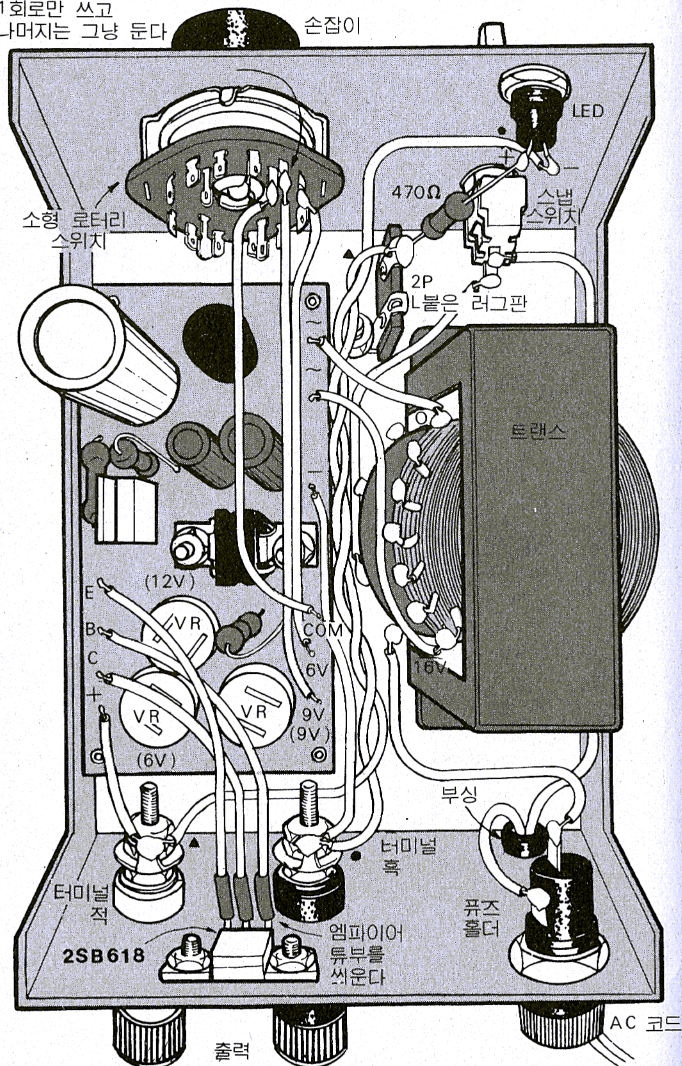
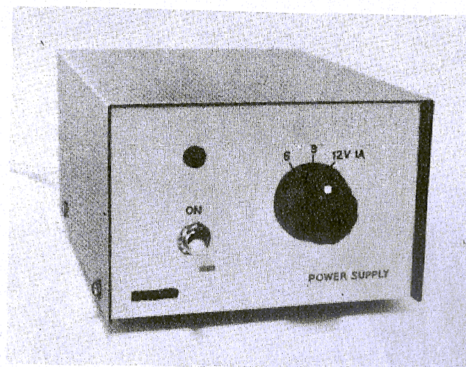


그림 1. 라디오용 정전압 전원의 회로접속도

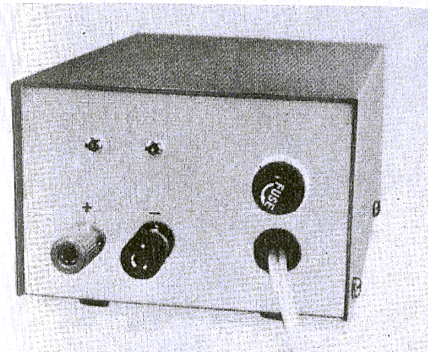


라디오용 정전압 전원의 실체도

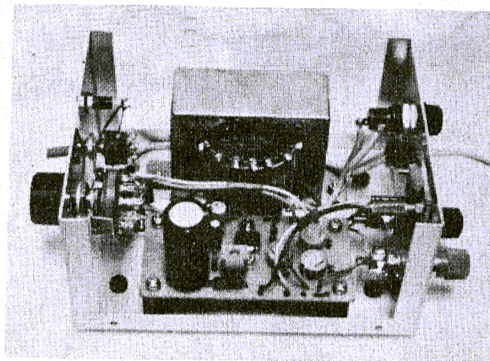




정전압 전원의 앞쪽 패널을 본 것



정전압 전원의 뒷쪽 모양



케이스 내부 모습

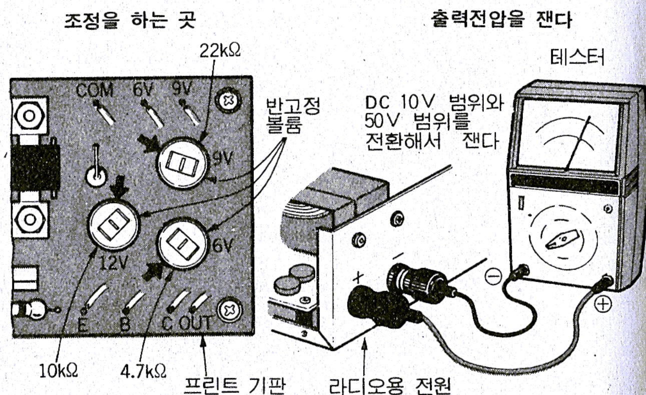
●라디오용 정전압 전원의 조정

여기에서 만드는 라디오용 정전압 전원은 출력전압을 자유로 바꿀 수 있는 4단자 레귤레이터를 사용하고 있으므로 조립이 끝나면 3개의 반고정 볼륨을 조정해서 출력전압을 예정 전압에 맞춰야 한다.

먼저 아래 오른쪽처럼 테스터를 이어서 DC50V 범위로 하여 출력전압을 잴 수 있게 한다. 그리고 로터리 스위치를 12V로 하여 스위치를 넣고, 그림 왼쪽에 표시한 12V 반고정 볼륨을 조정하여 출력전압이 12V가 되게 한다.

잘 되었으면 테스터를 DC10V 범위로 하여 같은 방법으로 해서 9V와 6V를 조정한다. 한편 반고정 볼륨에서 9V와 6V는 독립되어 있지만 12V는 9V와 6V의 것에 관계가 있으며, 12V의 반고정 볼륨을 돌리면 9V나 6V의 전압도 틀려지므로 유의한다.

조정을 하는 곳과 출력전압을 재는 방법

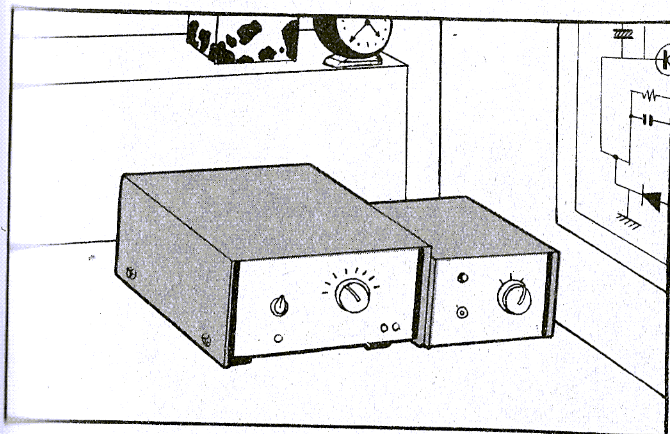


●라디오용 정전압 전원을 쓰는 법과 구성

라디오용 정전압 전원에는 전류제한형의 보호회로가 붙어 있다. 그러므로 출력단자가 합선되어도 금방 타 버리는 일은 없으나 되도록이면 합선되지 않도록 한다.

만일 6Ω의 저항에 6W 이상의 것이 있다면 전원의 출력전압을 6V로 하여 출력단자에 이어 본다. 이로써 이 전원으로부터 끌어 낼 수 있는 최대전류는 1A임을 알 수 있다. 또한 출력전압은 정전압화되어 있으므로 6V 이외로는 변하지 않을 것이다.

잠시 후에 케이스에 붙어 있는 2SB618 근처에 손을 대어 보면 깜짝 놀랄 정도로 뜨거워져 있을 것이다. 이것은 케이스가 방열기 구실을 하는 셈이다. 2SB618은 실리콘 트랜지스터이므로 이와 같이 뜨거워져도 상관없이 동작한다.



라디오용 정전압 전원을 사용하여 FM라디오를 틀어 본다

전원이 완성되었으면 지금까지 만들었던 3석 스피커 앰프(6 V)나 하이파이 앰프(6V), 2석 1 IC 중파용 슈퍼 라디오(6 V), 훌륭한 음질의 FM 라디오를 이어서 동작시켜 보자.

그밖에 이 전원으로 집에 있는 카세트 라디오나 기타 전자제품을 동작시킬 때도 사용할 수 있다.

건전지 대신 여러 가지로 활용해 보자.

라디오용 9/12V 1A 정전압 전원의 회로도

$$출력전압 = \left(\frac{R_1 + R_2}{R_2}\right) \times 5\,(V)$$

제 3 장 라디오 제작을 위한 여러 가지 지식

1 납땜은 이렇게 한다

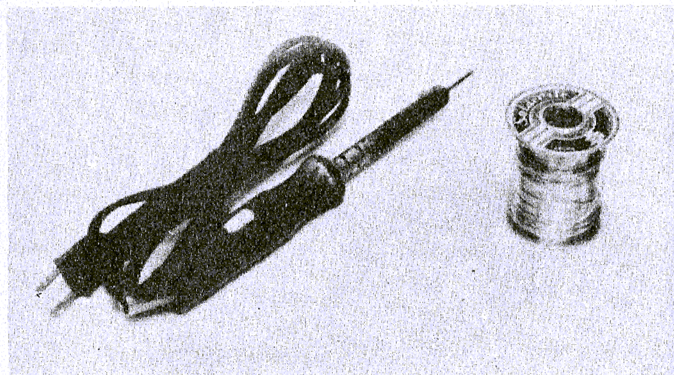
●땜인두와 납을 고르는 법

라디오 등 전자제품에 있어 전기를 잘 흐르게 하기 위한(전기적으로는 접속한다고 표현한다) 방법으로써 납땜은 없어서는 안 되는 것이다.

납땜을 잘 하려면 먼저 납땜기구인 땜인두와 납을 적당한 것으로 골라야 한다.

라디오의 납땜에는 30W의 땜인두가 1개 있으면 충분하다. 60W의 큰 것을 사용하면 부품이 상하기 쉬우므로 피하는 것이 좋다.

납은 송진이 들어 있는 것을 쓴다. 여러 가지 굵기의 것이 있는데 라디오용으로는 1~1.6㎜가 쓰기에 적당하다.



라디오 조립에 적당한 30W의 납땜인두와 납

●인두받침과 끝닦기의 중요성

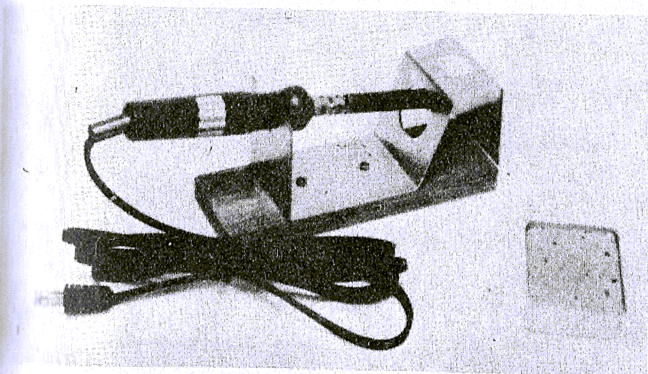
납땜을 하려면 납과 주석의 합금인 납을 땜인두 끝으로 녹여 주어야 한다. 이때 납이 녹는 온도는 180~200℃ 정도의 대단히 높은 온도이다. 따라서 땜인두 끝을 직접 잡으면 화상을 입으며 방바닥이나 책상 위에 닿으면 금방 타게 된다.

그래서 이와 같은 일이 없게 하기 위해 필요한 것이 땜인두를 얹는 인두받침이다.

또 땜인두 끝은 납찌꺼기 때문에 더러워지므로 이것을 닦아 내는 걸레도 필요하다.

받침대나 끝닦기는 가게에서 파는 것도 있으나 직접 만들어도 된다. 아래 사진의 받침대는 직접 만든 것이다.

끝닦기 걸레는 적당한 그릇에 스폰지나 누더기를 넣어 물을 적시는 것으로 된다.



자작한 인두 받침대(왼쪽)와 인두 끝닦기(오른쪽)

●인두 끝은 바꿀 수 있다

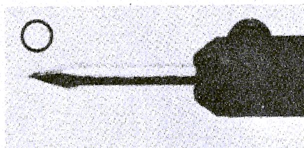
납땜인두는 아래 그림처럼 인두 끝, 히터, 케이스 그리고 손잡이로 되어 있다. 이 중에서 납땜을 하는 것은 인두 끝이다.

땜인두는 인두 끝이나 히터가 소모품이므로 교환할 수 있다. 히터는 거의 끊어지지 않으나 인두 끝은 소모되면 교환하지 않으면 안 된다.

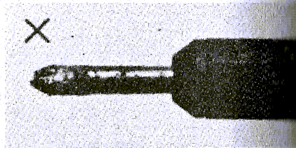
땜인두를 구입하여 맨처음 전기를 넣었을 때 우선 인두 끝이 뜨거워지고 땜납이 녹기 시작하면 재빨리 인두 끝 전면에다 납물을 발라 준다. 그리고 항상 이와 같은 상태(납도금 상태)로 인두 끝을 보호해 주는 일이 중요하다.

인두 끝은 특수한 표면처리가 되어 있으니 더러워졌다고 해서 줄로 밀어서는 안 된다. 반드시 인두 끝닦기로 깨끗이 씻어 둔다.

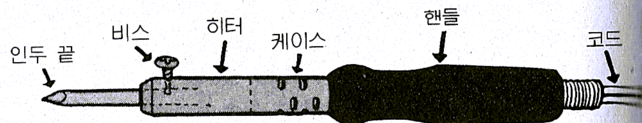
깨끗한 인두 끝



더러워진 인두 끝

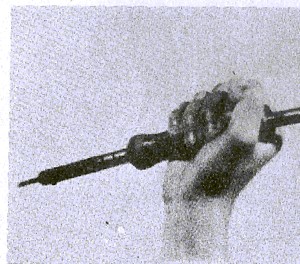


납땜인두는 이러한 부분으로 되어 있다



●땜인두를 쥐는 법

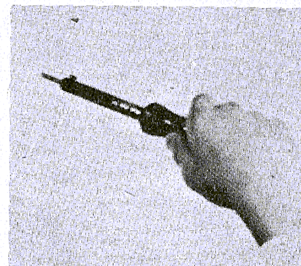
아래 사진에 (*a*), (*b*), (*c*) 3가지의 쥐는 법을 보였다. 납땜을 할 때는 인두 끝에 힘을 집중시켜야 하며, 이것이 충분히 되면 쥐는 법은 어떤 것이라도 상관 없다. 단지 중학생까지는 (*a*)로, 그 이상은 (*b*) 이상이 원칙이다.



(*a*) 이 방법은 인두 끝에 가장 힘을 주기 쉽다. 따라서 국민학생, 중학생에게 적당하다.



(*b*) 이 방법은 인두 끝을 조작하기 편리하다. 또 잡는 감이 자연스러워서 많은 사람이 이 방법을 택한다



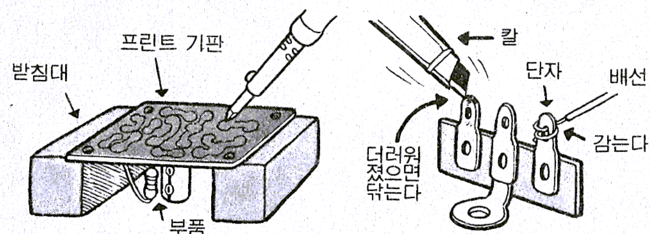
(*c*) 과거 진공관 시대에는 샤시를 세워서 하였기 때문에 이 방법이 쉬웠다

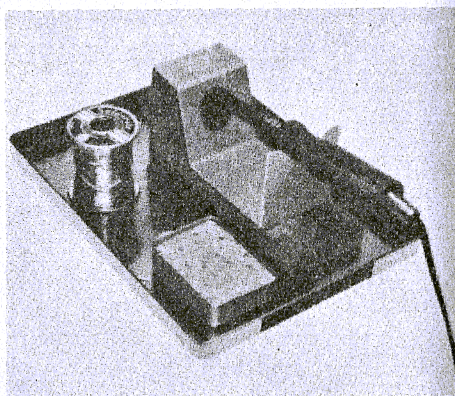
●납땜 준비

납땜을 하기 위한 연장은 아래 사진처럼 늘 한 곳에 정리해 두면 편리하다. 이처럼 금속제의 케이스에 넣어 두면 인두 끝의 납이 밑으로 떨어져도 걱정 없다.

프린트 기판을 납땜하려면 아래 그림과 같이 받침대를 준비해 두면 편리하다. 만일 땜을 하려는 곳이 더러워져 있으면 깨끗이 씻어 낸다. 배선은 단자에 감아 붙인 다음 납땜을 하도록 한다.

납땜을 할 때의 여러 가지



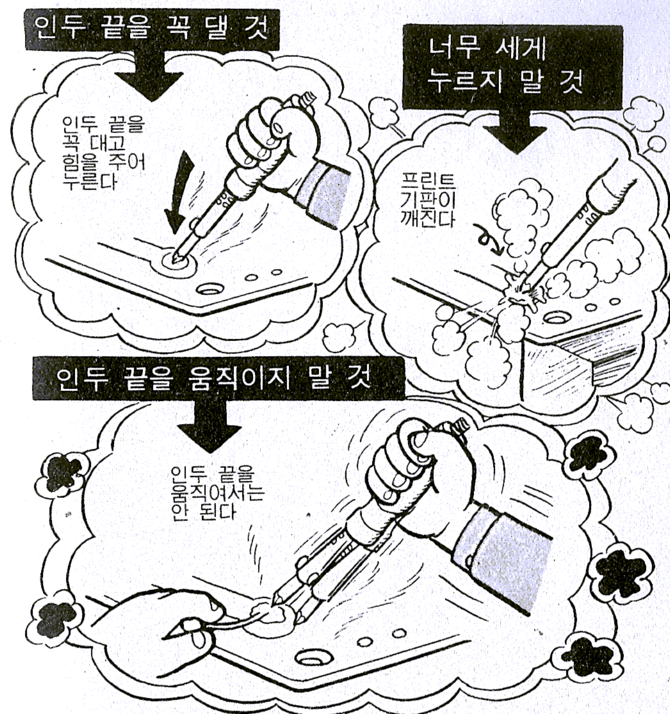


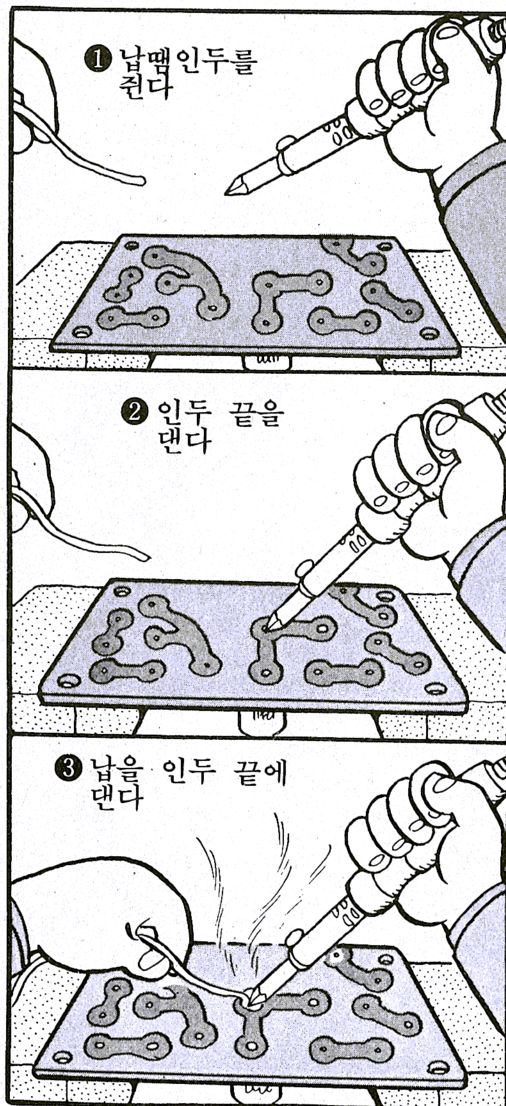
인두 받침대의 둘레는 더러워지기 쉽다. 금속제 과자상자의 뚜껑을 이용해서 인두 받침대와 인두 끝 닦기를 넣어 두면 편리하다.

●납땜하는 법

납땜을 할 때에 중요한 일은 납땜하려는 곳에 인두 끝의 열이 강하게 닿아서 땜납이 녹아 흐를 때까지 온도를 올리는 일이다.

그러기 위해서는 인두 끝을 움직여서는 절대로 안 된다. 또 인두 끝을 너무 오래 대면 부품이 타거나 망가지므로 이것도 주의해야 한다.

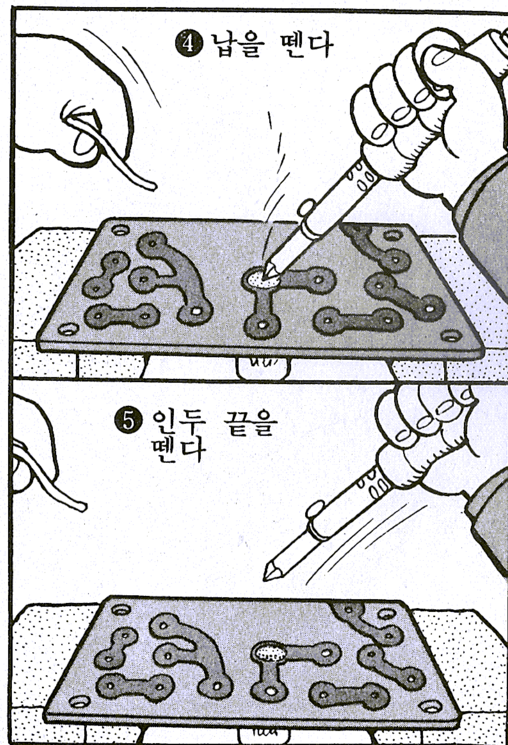




〔작업 1〕
땜납은 왼손에 들고 땜인두는 오른손으로 잡는다(이것은 오른손잡이의 경우)

〔작업 2〕
왼손은 그대로 하고 오른손으로 인두 끝을 땜할 곳에 강하게 대어서 열을 전한다(1초 정도)

〔작업 3〕
납땜하는 곳에 열이 전해졌으면 그곳과 인두 끝 사이에 힘을 주어 납을 대어서 녹인다



〔작업 4〕
납이 부풀 정도로 녹으면 납을 뗀다. 땜인두는 그대로 대고 움직이지 않는다

〔작업 5〕
납이 충분히 흐르는 것을 기다렸다가 인두 끝을 뗀다(1초 정도). 납이 식어 굳으면 완성이다

이때 한 번의 납땜에 걸리는 시간은 3～4초이다. 납땜 작업에서 중요한 것은 작업②～④의 사이, 즉 인두를 세게 납땜하는 곳에 대고 움직이지 않는 일이다.

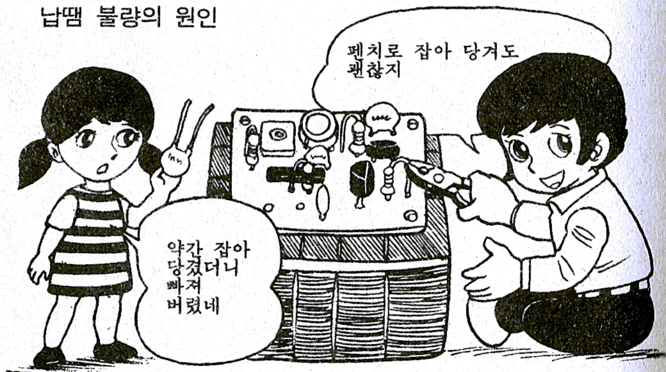
납땜은 가위질을 하는 것과 같아서 약간의 요령만 터득하면 잘 할 수 있다. 요령을 빨리 습득하려면 선배들이나 부모님들의 지도를 받는 것이 좋다. 그런 기회가 없으면 이 책에 나와 있는 대로 몇 번이고 연습해 보자.

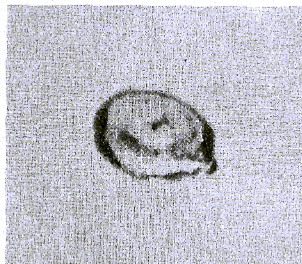
●납땜의 확인

납땜이 잘 되었을 경우에는 표면이 반짝반짝 빛난다. 이에 비해 나쁜 납땜은 표면이 손거스러미가 일 듯하거나 까칠까칠하게 된다.

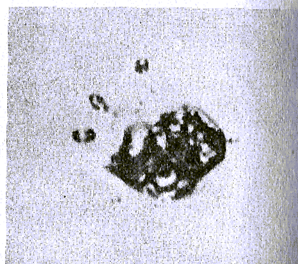
나쁜 납땜 중에 감자땜이라는 것이 있다. 이것은 잡아당기면 리드선이 쑤욱 빠져 버린다. 만일 납땜이 잘 되었다면 펜치로 잡아 당겨도 빠지지 않는다. 리드선을 잡아 당겨서 확인해 보도록 하자.

납땜 불량의 원인





잘 된 납땜

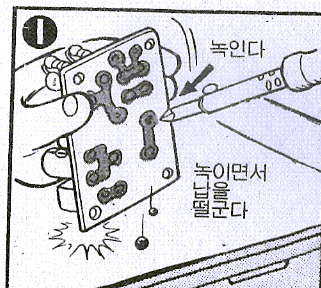


잘못 된 납땜

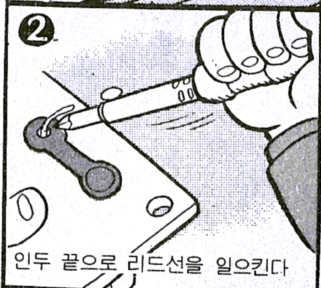
●납땜을 떼는 법

부품을 교환하지 않으면 안 될 때, 또는 납땜이 잘 되지 않아 다시 하려는 때에는 납땜을 떼어 내어야 한다. 아래의 프린트 기판에서 납땜 떼는 법을 보여 준다.

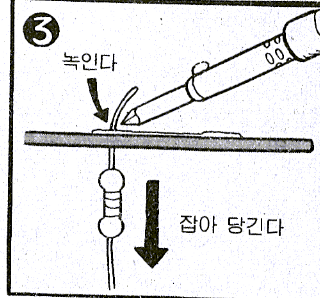
〔작업 1〕
왼손에는 떼려는 것을 들고 오른손에는 땜인두를 들어서 떼려는 부분의 납을 녹여 책상에 쾅 쳐서 납을 밑으로 떨어뜨린다



〔작업 2〕
땜인두 끝으로 구부린 리드선을 일으켜 리드선이 빠지기 쉽게 한다



〔작업 3〕
다시 한 번 땜인두로 땜한 납을 녹여 부품을 쥐고 잡아 당긴다.



●납땜할 때의 주의사항

납땜을 할 때 인두에 직접 손을 대어서 화상을 입는 일은 그리 없으나, 녹은 납이 튀어 나와서 피부를 데는 경우가 간혹 있다. 특히 여름 같은 때에 반바지를 입고 작업하면 무릎 위에 납이 떨어져서 화상을 입게 되므로 긴바지를 입는 것이 안전하다.

납땜이 끝나면 납땜인두의 전기를 잊지 말고 꺼 둔다. 끄는 것을 잊으면 위험할 뿐만 아니라 인두 끝이 빨리 소모되어 버린다.

마지막으로 여기에서는 주로 라디오를 제작할 경우의 프린트 기판이나 소형 부품의 납땜에 대해 설명했는데, 아주 큰 부품이나 금속판을 납땜할 때에는 60W 이상의 땜인두를 쓰지 않으면 열이 모자라 잘 되지 않는다.

그리고 땜인두 사용법의 응용으로써 비닐선의 껍질을 벗기는 데에도 흔히 사용된다. 이것은 비닐 껍질을 녹여서 잡아 당기면 간단히 되는 것이므로 한 번 해 보기 바란다.

납땜할 때의 주의



2 프린트 기판을 만드는 법

●프린트 기판 만들기는 아주 간단하다

과거 진공관으로 라디오를 만들었던 시대에는 샤시라는 금속판 위에 소키트나 그밖의 부품 등을 붙여서 조립하였다.

그런데 트랜지스터나 IC가 쓰이게 되면서부터 프린트 기판 위에 부품을 붙여서 조립하게 되었다.

그러므로 요즘에는 프린트 기판 만들기는 라디오 공작에 있어서 없어서는 안 되는 것이 되었다.

프린트 기판 만들기라고 하면 어쩐지 어려운듯이 생각되나 과거 샤시 가공에 비하면 훨씬 간단하다. 해 보겠다는 마음만 있으면 간단하고도 즐거운 작업이 된다.

이제부터 여러 가지 일렉트로닉스 공작을 즐기려면 프린트 기판 만들기는 꼭 해야 하기 때문에 꼭 익혀 두도록 노력하자.



● 프린트 기판이란 어떤 것인가?

우리는 전기회로를 만들 때에 전기가 흐르기 쉬운 도선을 사용해서 배선한다. 이것은 전기가 흐르는 길을 도선으로 만들어 주는 것이다.

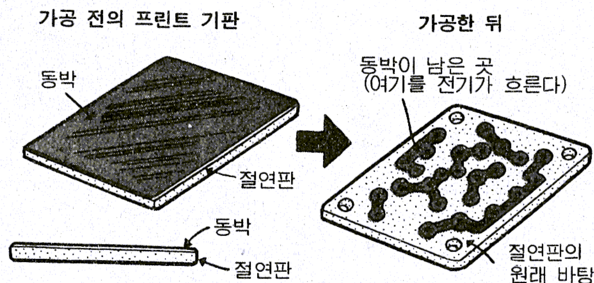
프린트 기판은 아래 그림의 왼쪽처럼 절연판 위에 얇은 동박을 전면에 발라 붙인 것이다. 이와 같은 것을 구입하면 된다.

그리고 여러 가지 방법으로 불필요한 부분을 없애고 아래의 그림처럼 필요한 곳(전기가 통하는 곳)만을 남긴다. 앞서 라디오 제작 중 프린트 패턴이라는 것은 이 동박을 남긴 부분을 말하는 것이다.

불필요한 부분을 없애려면 에칭이라고 해서 불필요한 부분을 녹여 버리는 방법이 취해진다.

프린트 기판에는 절연판의 종류에 따라 베이클라이트(줄여서 베이크), 종이 에폭시, 유리 에폭시 등이 있다. 보통 라디오 제작에는 베이크나 종이 에폭시가 사용된다.

프린트 기판의 가공 전과 가공 후의 상태



● 프린트 기판 제작에 필요한 것

프린트 기판을 만드는 데 필요한 것은 대강 생활 주변에 있는 것으로도 충분하나 염화제2철과 같이 특수한 것은 구입해야 한다. 이것을 구할 수 없으면 프린트 기판 공작용 키트를 이용해도 좋다.

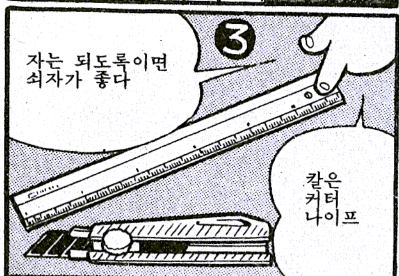
[1. 패턴 만들기에 필요한 것] 트레이싱 페이퍼나 복사용 모눈종이

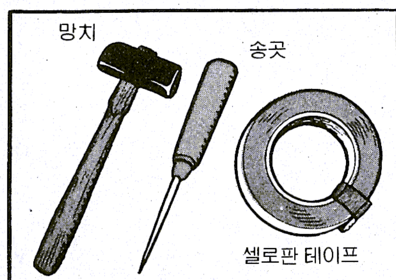


[2. 프린트 기판] 여러 가지를 만들 경우에는 큰 것을 사서 잘라 쓰도록 한다.

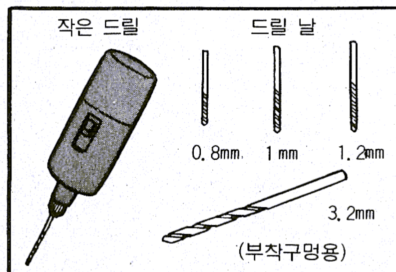


[3. 프린트 기판을 자르기 위한 연장] 길이를 재는 자와 칼

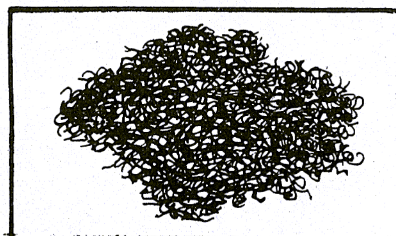




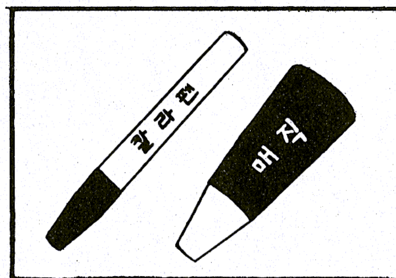
〔4. 패턴을 프린트 기판에 베끼기 위한 연장〕 셀로판 테이프, 송곳, 작은 망치



〔5. 프린트 기판에 구멍을 뚫기 위한 연장〕 작은 드릴(또는 손 드릴)과 드릴 날



〔6. 프린트 기판 표면을 깨끗이 닦는 연장〕 강철 솔을 준비한다

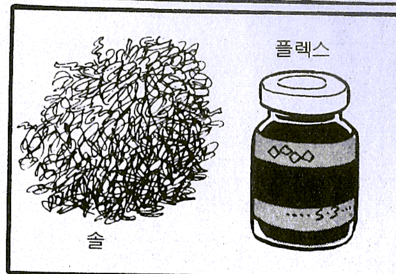


〔7. 프린트 기판에 패턴을 그릴 물건〕 비수용성 잉크나 매직잉크

〔8. 에칭을 위한 물건〕 염화제 2 철, 에칭용기(법랑남비), 전기나 개스난로



〔9. 잉크를 지우기 위한 도구와 마무리 작업〕 강철 솔, 플렉스



트레이싱 페이퍼, 자, 칼, 송곳, 셀로판 테이프는 문방구에 가면 살 수 있고 망치는 집에 있는 것을 쓰도록 한다.

강철 솔이나 개스 난로, 에칭용 그릇은 철물점이나 슈퍼마키트 등에서 팔고 있다. 주방용이 남는 것이 있으면 그것을 이용해도 좋고 난로는 구태어 살 필요는 없다. 법랑남비는 부엌에서 못 쓰게 된 것을 이용한다.

조그만 드릴이 있으면 편리하나 손 드릴이라도 상관없다. 염화제 2 철은 근처에 있는 화공약품가게에서 구하면 되며 플렉스는 없어도 된다.

● 프린트 기판은 이렇게 만든다

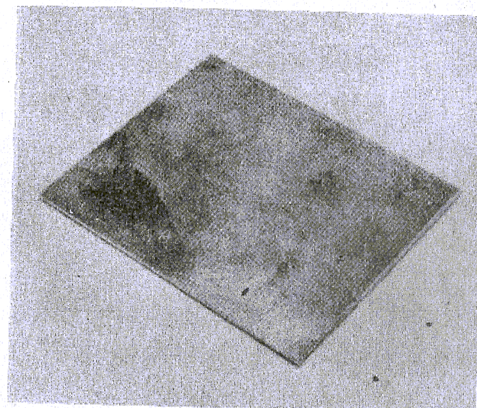
프린트 기판 만드는 법에는 여러 가지가 있다. 물론 자기 나름대로의 좋은 방법을 개발하는 것이 바람직하지만 다음에 절대로 실패하지 않는 표준적인 방법을소개한다.

①프린트 패턴을 준비한다	□프린트 기판 위에 어떻게 배선하느냐를 정하는 것이 이 프린트 패턴이다.
②프린트 기판을 준비한다	□구입한 프린트 기판을 프린트 패턴에 맞추어 필요한 크기로 자른다.
③프린트 기판에 패턴을 베낀다	□프린트 패턴에 따라 부품의 리드선을 꽂는 구멍 위치를 프린트 기판 위에 베낀다.
④프린트 기판에 구멍을 뚫는다	□프린트 기판 위에 구멍 뚫는 위치가 정해지면 거기에 필요한 크기의 구멍을 뚫는다.
⑤프린트 기판 위에 패턴을 그린다	□구멍 뚫기가 끝나면 동박을 깨끗이 닦고 매직잉크로 패턴을 그린다.
⑥프린트 기판에 에칭을 한다	□염화제 2 철의 에칭액을 써서 동박이 노출되어 있는 불필요한 부분을 녹여 없앤다.
⑦물로 씻고, 잉크를 닦고, 마무리	□에칭이 끝나면 물로 씻어 말리고 잉크를 닦은 다음 마무리 한다.

● 프린트 기판 만들기의 작업법

그러면 하이파이 앰프의 프린트 기판을 예로 해서 곧 프린트 기판을 만들어 보기로 하자.

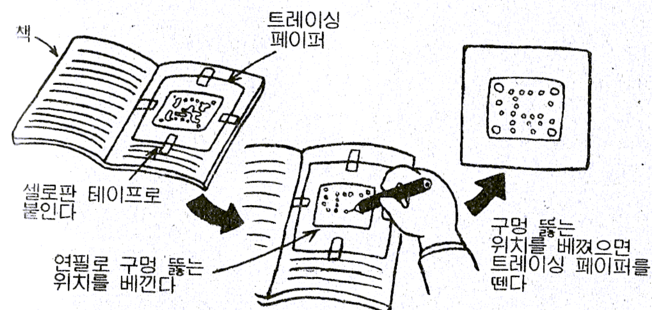
모두 함께 시작하기로 한다.



작업 시작 전의 프린트 기판

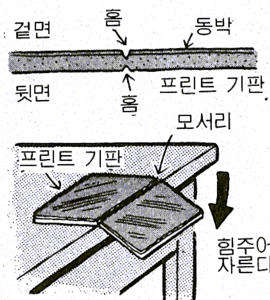
1. 프린트 패턴을 준비하는 법

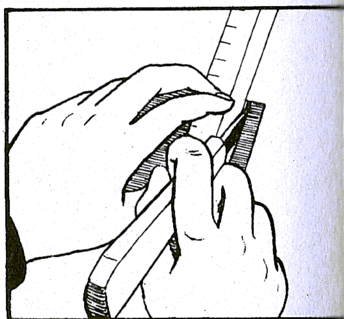
자신이 회로를 보고 프린트 패턴을 만들면 좋겠지만 처음엔 힘들므로 남이 만든 프린트 패턴을 이용한다. 그러기 위해서는 우선 아래 그림처럼 하여 구멍 뚫는 위치를 트레이싱 페이퍼에 베낀다.



2. 프린트 기판을 자르는 법

프린트 기판을 자르는 위치가 정해지면 오른쪽 그림처럼 칼로 겉과 뒤에 ↘

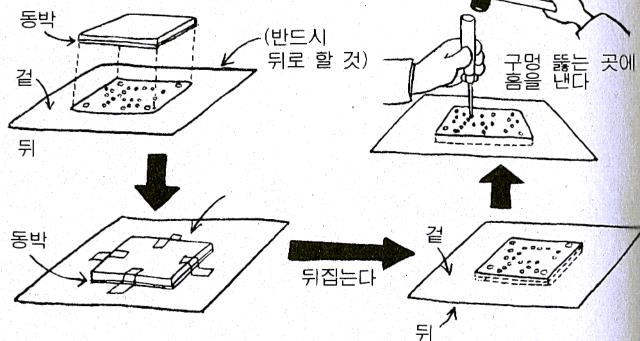




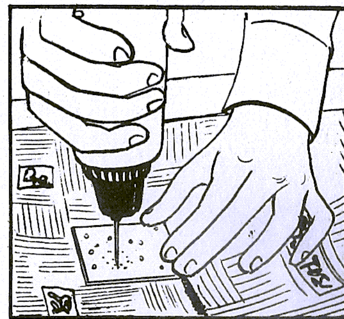
홈을 낸다. 그리고 책상 모서리에 대고 부러뜨리면 깨끗이 잘라진다.

3. 패턴을 베끼는 법

먼저 트레이싱 페이퍼 뒷면에 프린트 기판의 동박면을 맞추어서 셀로판 테이프로 붙인다. 그리고 송곳 머리를 망치로 가볍게 두드려서 구멍 뚫는 위치에 표적을 낸다.



4. 구멍 뚫기



프린트 기판의 구멍 뚫기는 밑에 헌 잡지 등을 깔고 한다.

구멍 크기는 IC 다리가 들어 가는 곳은 0.8mm, 나머지는 1mm, 그리고 4개는 3.2mm로 한다.

0.8mm나 1mm의 구멍은 작은 드릴이나 손 드릴로 뚫는다. 손 드릴을 쓸 때는 칼날을 너무 길게 내면 부러지기 쉬우니 짧게 내도록 한다.

3.2mm의 구멍은 손 드릴로 한다.

5. 패턴 그리기

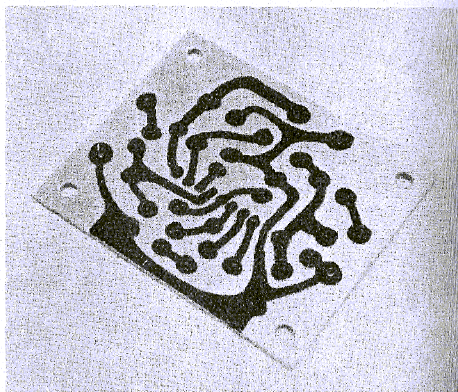
우선 프린트 기판의 동박면을 강철 솔로 문질러 광을 낸다.

다음에 앞서 베낀 책에 있는 프린트 패턴을 보면서 매직잉크로 프린트 기판 동박면에 패턴을 그린다.

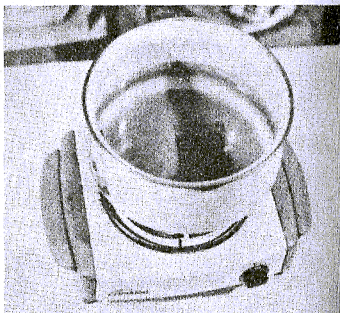
패턴은 뚫은 구멍을 잇는 것처럼 해서 그려 나간다.



매직 잉크로 패턴을 그려서 만든 프린트 기판



6. 에칭을 하는 법

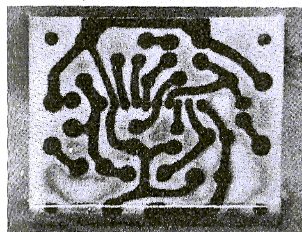


에칭을 하려면 먼저 에칭액을 만들어야 한다.

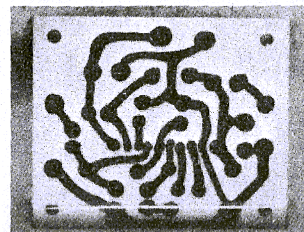
법랑남비 속에 컵 절반 정도의 더운 물과 염화제 2철 캐러멜 크기의 것을 4～5개 넣는다. 그러면 진한 홍차와 같은 색깔을 한 에칭액이 된다.

이 속에 프린트 기판을 넣고 난로로 온도를 40～50℃ 올려서 헹군다. 그러면 5～6분 후에 노출된 동박이 벗겨지며 10～15분 후에는 에칭이 끝난다.

에칭이 끝나면 에칭액은 물과 함께 하수구에 버린다.



에칭 시작 8～10분



에칭이 끝난 후

7. 잉크를 닦는 법

프린트 기판의 에칭이 끝나면 빨리 프린트 기판을 에칭에서 꺼내어 물로 씻는다. 에칭이 끝났는데도 계속 담가 두면 녹아서는 안 될 부분까지도 녹아 버린다.

다음엔 물로 씻은 프린트 기판의 잉크를 닦아 주어야 한다. 그러려면 젖은 프린트 기판 위에 클렌저를 발라 강철 솔로 문지르면 잉크가 깨끗이 지워진다.

이렇게 하여 완성된 프린트 기판은 마지막으로 물로 잘 씻어서 물기를 닦고 말린다. 건조는 자연건조가 가장 좋으나 급할 때는 열을 가하면 빨리 마른다.

만일 플렉스가 있으면 붓에 묻혀 프린트 기판 동박면에 발라 준다. 플렉스란 알콜에 송진을 녹인 것으로 땜납이 잘 붙으며 프린트 기판 동박면이 더러워지는 것을 방지한다.

곧 납땜을 할 때는 플렉스를 바를 필요는 없다.

●프린트 기판 만들기의 이모저모

프린트 기판 만들기는 되도록 난로를 이용해서 마치 요리라도 하는 즐거움으로 한다. 익숙해지면 1장 만드는 데 30분이면 완성한다.

프린트 기판은 10×20㎝ 정도의 것을 구입하면 좋다. 프린트 기판을 파는 상점에는 염화제 2 철이나 프린트 기판용의 패턴을 그리는 특수 펜도 팔고 있을 것이다. 가능하면 품질이 좋은 것을 선택하는 것이 좋다.

프린트 기판을 칼로 자르면 잘린 곳에 거스러미가 생기므로 줄로 갈아 둔다.

프린트 기판의 동박면을 깨끗이 하는 강철 솔이 없을 때는 클렌저를 헝겊에 묻혀 세게 닦으면 된다.

매직잉크로 패턴을 그릴 때 잘못 하여 잇지 않아야 할 곳을 이어 버렸을 경우에는 칼 끝으로 긁어 버리면 된다.

염화제 2 철로 만든 에칭액은 2～3 회는 쓸 수 있다. 만일 에칭액이 손에 묻으면 물로 잘 씻어야 한다.

에칭을 빨리 끝내는 요령은 에칭액의 온도를 김이 나올 정도까지 올리고 잘 헹구어 주는 일이다. 이와 같이 하지 않으면 20～30분 끓여도 에칭은 끝이 안 난다.

프린트 기판 만들기는 처음에는 어쩐지 어려운 듯하지만 한 번 해 보면 그렇게 간단하고 재미 있을 수 없다.

3 테스터의 쉬운 사용법

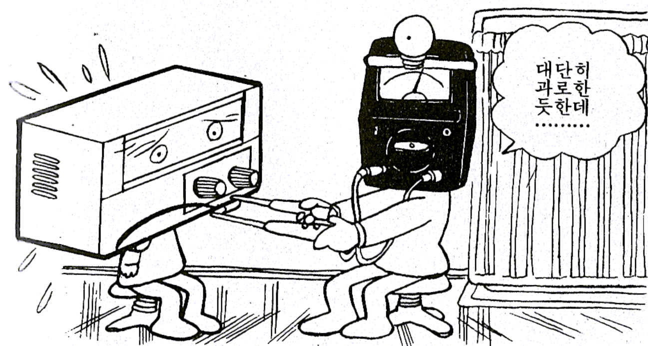
●라디오의 의사인 테스터

라디오가 완성되었을 때 그것이 동작하는지의 여부를 살피는 것, 또는 잘 동작하지 않을 때 어디가 나쁜가를 조사하는 것, 그것이 바로 테스터이다. 테스터는 라디오뿐만 아니라 모든 전자제품의 의사인 셈이다.

이와 같이 전자제품의 동작을 살피는 것을 측정기라고 한다. 테스터는 회로측정기라고도 하는데 가장 기본적인 전압이나 전류, 저항 등을 재는 만능 측정기이다.

라디오의 측정기에는 테스터 외에도 신호발생기나 발진 등 여러 가지가 있는데 라디오 공작을 하려면 먼저 테스터 정도는 반드시 1개 준비하는 것이 좋다.

테스터는 라디오의 의사

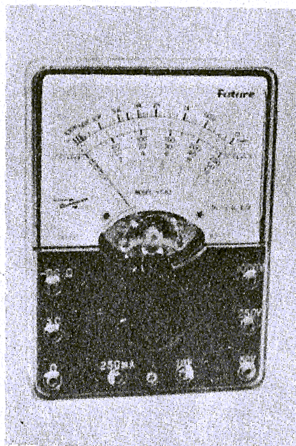


● 어떤 테스터를 구입하면 좋을까 ?

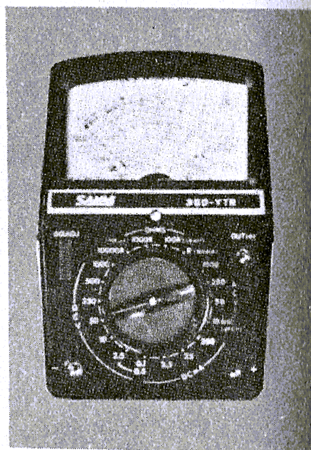
테스터에는 여러 종류가 있다. 이를 테면 아래 사진처럼 측정범위를 바꿀 때 테스터 막대를 바꾸어 끼워서 하는 것과 테스터 막대는 꽂은 채로 두고 스위치를 돌려서 범위를 바꾸는 것도 있다.

또, 같은 스위치식 테스터라도 값이 비싼 것이 있고 싼 것이 있다. 값비싼 것일수록 측정범위가 넓고 성능이 좋다.

테스터를 고를 때, 우선 사용하기 쉬운 점에서 보면 바꿔 꽂는 식보다는 스위치식이 좋다. 또 테스터는 한번 사 두면 오래 쓰는 것이므로 초보자라도 어느 정도 성능이 좋은 것을 장만하도록 한다.



바꿔 꽂는 식의 테스터



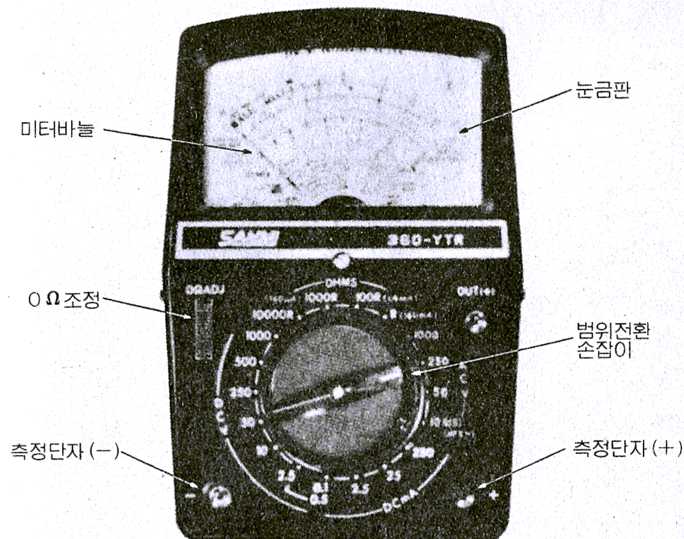
스위치식의 테스터

● 테스터 각 부분의 명칭

아래 사진은 〈*삼미 360YTR〉이라는 테스터 각 부분의 명칭이다.

아래 그림에서 명칭이 나타나 있지 않은 곳은 금방 쓸 필요가 없는 곳이다. 여기에는 다음 설명에 필요한 것만을 보여 두기로 한다.

테스터에는 측정단자에 테스트 막대의 짧은 쪽을 꽂고, 긴 쪽은 손에 들고 잰다. 이 테스트 막대나 여기에 달려 있는 리드선은 빨강과 검정으로 색깔이 구분되어 빨간 쪽을 +, 검은 쪽을 −로 한다.



테스터 각 부분의 명칭

* 제조판매처 : 삼미기업주식회사(서울 성동구 성수동 2가 231 ☎445－2121～4)

●소중한 범위전환 손잡이

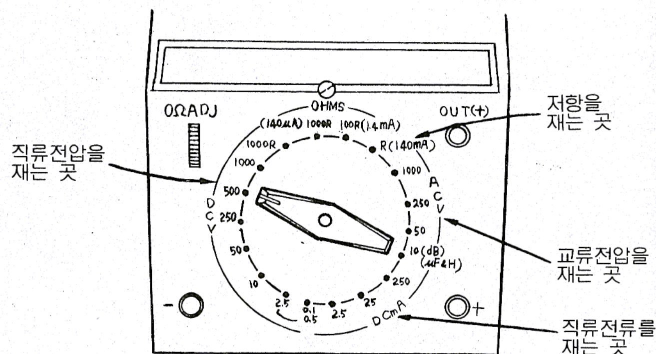
테스터로 도대체 무엇이 재어 지는가는 이 범위전환 손잡이를 보면 안다.

아래 그림은 범위전환 손잡이만을 본 것이다. 이 테스터로는 직류전압, 직류전류, 교류전압, 저항 등을 잴 수 있다. 이것을 보고 교류전류를 잴 수 없음을 이상하게 생각할지 모르나, 라디오 등 전자제품에서는 교류전류를 재는 일은 거의 없기 때문이다.

아래 그림을 보면 예를 들어 직류전압인 곳을 보면 측정범위가 2.5V라든지 10V라고 표시되어 있다. 이 2.5V나 10V란 것은 미터바늘이 최대눈금(눈금판 오른쪽 끝)까지 움직였을 때의 값을 나타내고 있다.

테스터로 측정할 때는 범위전환 손잡이를 측정하는 값에 따라서 적절히 선택하는 것이 중요하다.

범위전환 손잡이



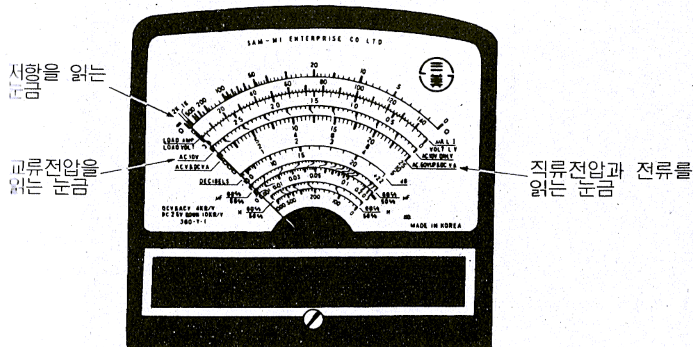
●미터 눈금을 읽는 법

테스터의 테스트 핀 끝을 측정하려는 곳에 대면 미터바늘이 움직인다. 그래서 그 미터바늘의 움직임을 미터 눈금판에 표시되어 있는 눈금으로 읽으면 재려는 값을 알게 된다.

아래 그림은 눈금판을 보여 준 것이다. 이와 같이 이 테스터로 잴 수 있는 종류마다 눈금이 표시되어 있다. 이것을 보면 이를 테면 직류전류의 DCmA는 범위전환 손잡이에는 0.1, 2.5, 25, 250〔mA〕의 4가지가 있다. 그런데 눈금판의 DCmA에는 최대눈금이 0.1이라든지 2.5, 250이라는 것이 없다.

이것은 오른쪽 표처럼 배율을 곱해서 읽는다. 이것은 직류전압이나 교류전압 또는 저항의 경우에도 모두 같다.

범위전환 스위치	눈금판숫자 (최대눈금)	배 율
0.1	10	×0.01(1/100)
2.5	25	×0.1(1/10)
25	25	×1 (그대로)
250	25	×0.1(1/10))



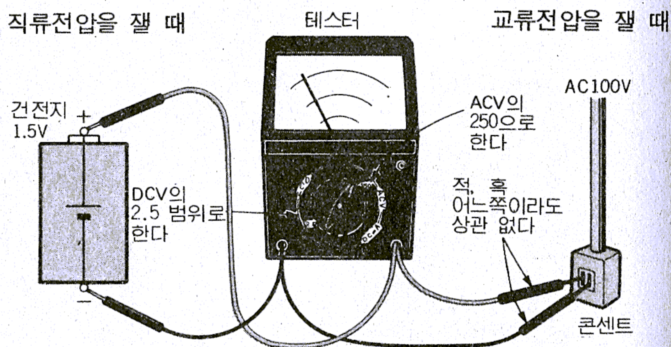
● 직류전압, 교류전압을 재는 법

우선 범위전환 손잡이를 직류전류를 잴 경우에는 DCV로, 교류전압을 잴 때에는 ACV로 돌린다.

측정범위의 선택은 재려는 전압을 대충 알고 있을 때는 그 값에 가장 가까우면서도 큰 쪽의 범위로 한다. 예를 들어 아래 그림처럼 직류전압을 재는 경우 재려는 전압이 1.5V이므로 2.5V의 범위를 선택한다.

만일 재려는 전압을 모른다면 가장 전압이 높은 곳(DCV면 1,000V)에서 재어 대충의 값을 안 다음에 앞에서 설명한 대로 측정범위를 고른다. 직류전압이든 교류전압이든 전압을 재는 법은 간단하며 재려는 곳에 테스트 막대의 테스트 핀을 대면 된다.

한편 직류전압을 잴 때는 +, -의 극성이 있으므로 이것을 틀리지 않게 해야 된다. 교류전압일 때는 어느쪽이든 상관 없다.



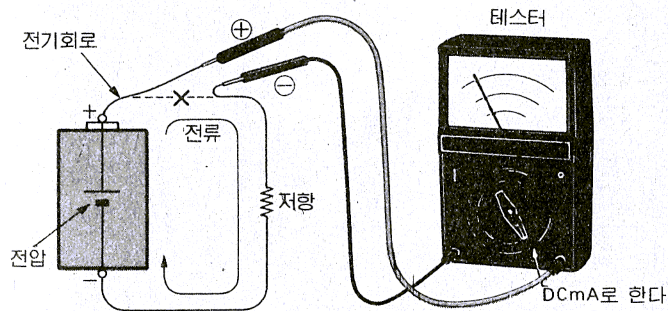
● 직류전류를 재는 법

테스터로 직류전류를 잴 때는 직류전압이나 교류전압 때처럼 간단치는 않다. 그것은 아래 그림처럼 전류가 흐르고 있는 전기회로의 일부분을 자르고 그곳에 테스터를 이어야 하기 때문이다. 전압을 잴 때처럼 테스트 핀을 대기만 해서 재지는 것이 아니다.

그러므로 예를 들어 프린트 기판 속에 흐르고 있는 전류를 재는 일은 그다지 하지 않는다. 대부분 전원으로부터 프린트 기판 전체로 흘러 들어 가는 전류를 잰다. 이것은 실제로 제작하는 데에서 몇 번 하였기 때문에 잘 알고 있으리라 믿는다.

직류전류를 잴 때는 +, -의 극성이 있으므로 틀리지 않게 한다. 이것이 틀리면 미터바늘이 거꾸로 움직여 버린다.

전류의 측정에서 테스터에 과대 전류가 흐르면 금방 다 버린다. 측정범위가 확실치 않을 때는 반드시 큰 범위부터 재기 시작하여야 한다.



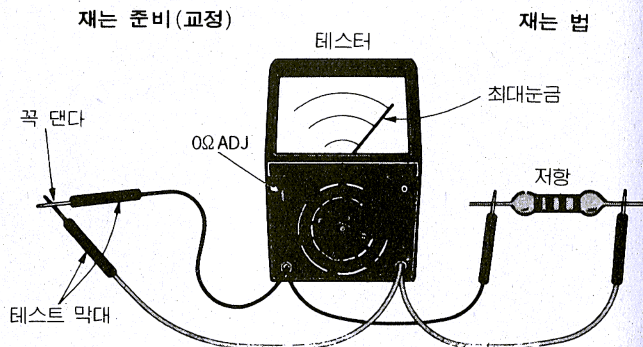
● 저항을 재는 법

전압과 전류를 잴 때는 범위전환 손잡이를 바꾸면서 측정하면 되었는데 저항을 잴 때는 사전에 교정이 필요하다.

교정을 하는 법은 아래 그림의 왼쪽처럼 테스트 막대 끝의 테스트 핀을 서로 맞댄다. 경우에 따라선 이 부분을 손으로 눌러도 좋다. 그러면 미터바늘이 움직인다. 다음에 0Ω ADJ(0옴 조정)의 손잡이를 돌려서 미터바늘을 최대눈금(0Ω)의 위치에 맞춘다. 이것으로 교정은 끝난다.

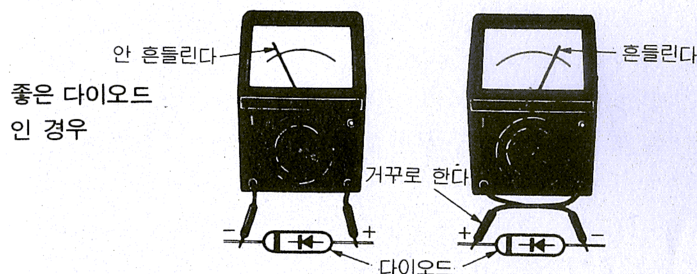
저항을 재는 법은 아래 그림 오른쪽처럼 테스트 핀을 저항의 리드선에 갖다 대면 된다. 그러면 미터바늘이 움직여 저항값을 나타낸다. 한편 이 경우에는 테스트 핀을 손가락으로 만져서는 안 된다.

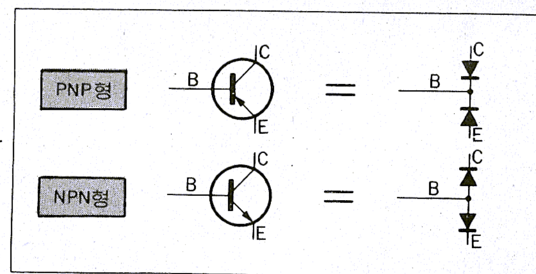
저항을 잴 때는 +, −의 극성이 없으므로 어느쪽이든 상관 없다.

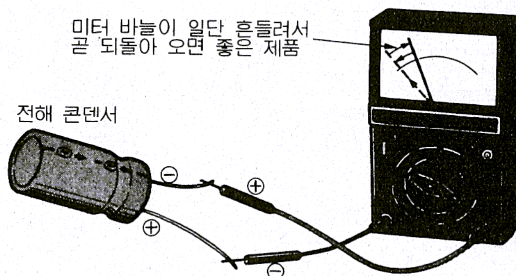


● 다이오드, 트랜지스터를 재는 법

테스터를 저항계로 사용하면 다이오드나 트랜지스터, 전해 콘덴서의 좋고 나쁨을 알 수 있다. 어느 경우에든 테스트 막대를 사용할 때는 +, −의 극성이 있으므로 틀리지 않게 한다.







● 테스터를 사용할 때의 주의사항

테스터로 측정할 때 미터바늘이 되도록이면 눈금판 중앙 근처에서 잴 수 있게 범위전환 손잡이를 돌린다. 이것은 중앙이 오차가 가장 적기 때문이다.

테스터는 측정기이므로 상당히 예민하다. 그러므로 진동이 심한 곳이나 습기가 많고 온도가 높은 곳은 피해야 한다. 또 테스터 속에는 건전지가 들어 있는데 이것은 저항을 잴 때 필요하다. 이 건전지가 닳아서 못 쓰게 되면 0 Ω조정을 할 수 없게 되니 1년에 1번은 바꾸어 주어야 한다.

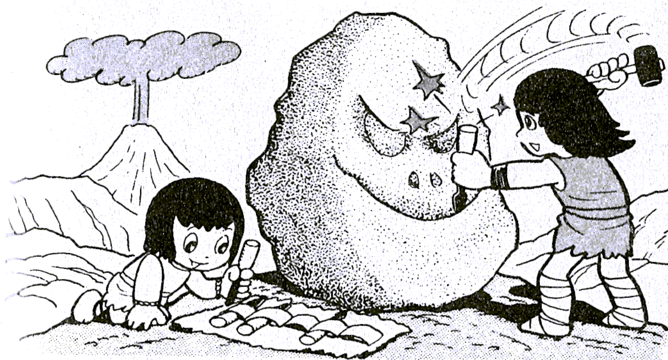


4 라디오 제작과 공구 사용법

● 소중한 연장

라디오 만들기를 즐기려면 라디오를 만들기 위한 연장인 몇 가지의 공구가 필요하다. 종이를 동글게 오려 자를 때 아무 연장도 없으면 어떻게 할 것인가? 할 수 없이 연필로 동그라미 같은 것을 그려 손톱으로 찢어 갈 것이다. 그러나 깨끗한 동그라미가 나올 리는 없다.

이때 컴파스와 가위가 있다면 간단히 깨끗한 동그라미를 자를 수 있다. 연장이란 이렇게 소중한 것이다. 종이는 손가락으로도 찢어지지만 라디오의 경우에는 연장이 있고 없고에 공작의 운명이 정해진다. 드릴이 없으면 쇠판에 구멍을 뚫을 수는 없다.



●어떤 공구가 필요한가?

라디오 공작용 공구는 여러 가지가 있다. 많을수록 편리하겠지만 어느 정도로 공작을 하느냐에 따라 필요한 것이 정해진다.

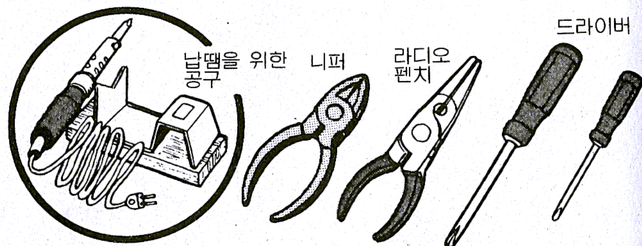
또 공구를 한 번에 갖추려면 비용도 많이 들므로 당장 필요한 것부터 차례로 갖추는 것이 좋겠다.

라디오 공작에 꼭 필요한 것은 납땜용 공구이다. 이것은 납땜하는 법에서 자세히 설명한 바 있다. 그리고 기트로 만들 경우에 케이스 가공은 필요 없고 프린트 기판의 조립과 케이스에 집어 넣기만 하면 된다.

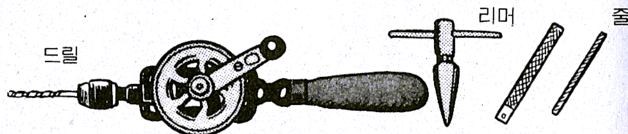
이때 니퍼와 라디오 펜치 및 드라이버가 있으면 된다.

또한 자신이 케이스를 구입해서 프린트 기판을 집어 넣을 때에는 케이스를 가공하기 위한 드릴이나 리머 또는 줄 등이 필요하다.

키트로 제작하려면…



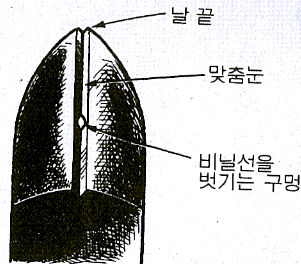
케이스를 가공하려면…



●배선을 자르고 찝는 공구

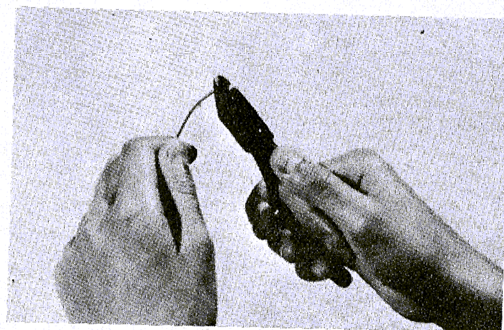
배선란 부품의 리드선 등 배선재료로 쓰이는 비닐선, 에나멜선을 말한다. 배선을 자르는 공구는 니퍼이다. 니퍼는 아래 사진처럼 쥐고 사용한다. 다음에 나오는 라디오 펜치에도 배선을 자르는 부분이 달린 것도 있으나 역시 니퍼는 필요하다.

니퍼를 구입할 때는 날이 마주 물렸을 때 꼭 맞아야 하고 날 끝이 잘 들어야 한다. 이것은 프린트 기판에 꼭 달라 붙은 리드선을 자를 때 중요하다. 비닐선을 벗기기 위한 작은 구멍에는 비닐선을 물리고 잡아 당기면 비닐이 벗겨진다.



배선을 집어 끼우고 작업하는 연장은 라디오 펜치이다. 이밖에 핀세트 등도 세밀작업에 필요하다.

니퍼로 비닐선을 자르는 법



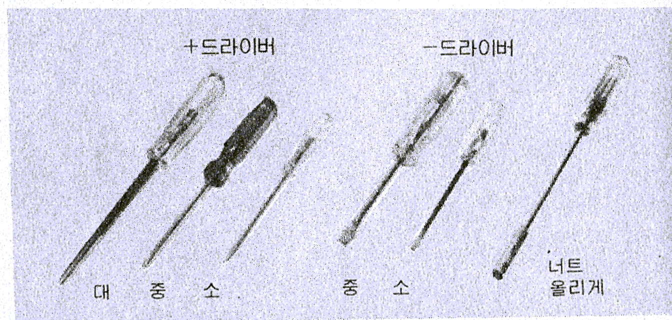
●비스나 너트를 죄는 공구

키트로 만들 때도 프린트 기판을 케이스 속에 넣으려면 비스를 죄는 드라이버가 필요하다. 라디오 공작에 사용되는 비스는 2㎜, 2.6㎜, 3㎜, 4㎜ 등이 있다. 이 중에서도 가장 많이 쓰이는 것이 3㎜ 비스이다.

비스의 머리모양에는 ＋와 －의 것이 있는데 거의가 ＋이다. 그러므로 드라이버는 ＋의 것을 대, 중, 소 3종류를 준비해 두면 편리하다. 이따금 －도 있으니 1개 준비한다.

아래 사진에는 一자 드라이버가 들어 있는데 이것은 손잡이 나사를 죄기 위한 것이다. 꼭 하나쯤은 있어야겠다.

드라이버를 사용할 때 비스의 머리에 맞는 크기를 쓰지 않으면 비스 머리가 부서진다. 너트는 라디오 펜치로 누르고 드라이버를 사용하여 조이는 것이 꼭 조여진다.



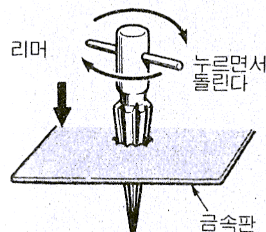
●쇠판에 구멍 뚫는 공구

금속판에 구멍을 뚫는 기본 공구는 드릴이다. 수동식 손 드릴과 전동식 드릴이 있는데 라디오 공작 정도는 손 드릴로도 충분하다. 오히려 전동 드릴은 커서 사용하기가 불편하다.

손 드릴로는 드릴 날을 끼워 구멍을 뚫는다. 드릴 날은 비스 구멍용으로 2.2, 2.8, 3.2, 4.2㎜, 스위치를 붙이는 구멍용으로는 5.5, 6.0, 7.0, 8.0㎜가 있으면 된다.

대형 스위치나 볼륨, 퓨즈, 홀더를 붙이는 구멍 등 8㎜ 이상의 큰 구멍을 뚫을 때는 일단 드릴로 8㎜의 구멍을 뚫고 나서 리머를 사용하여 필요한 크기로 구멍을 넓힌다.

리머는 시계방향으로만 돌리고 반대로는 돌리지 않도록 한다. 구멍이 뚫린 후에는 거스러미가 나오므로 드릴 날이나 줄로 갈아서 마무리한다.



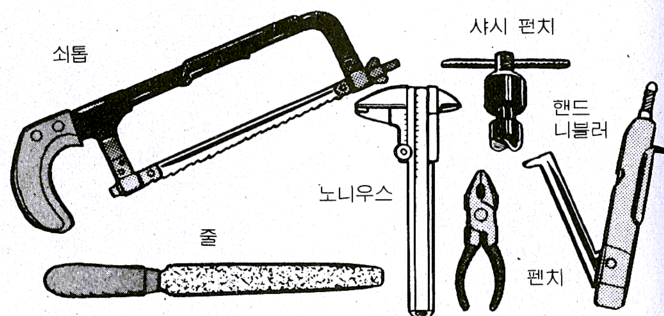


● 있으면 편리한 공구

먼저 동글고 큰 구멍을 뚫는 데에는 샤시 펀치라는 것이 있다. 이것으로는 지름 15mm나 30mm의 구멍이 간단하게 뚫린다. 가장 큰 구멍이나 변형된 구멍을 뚫을 때는 〈핸드 니블러〉라는 공구도 있다.

금속판이나 볼륨의 축처럼 쇠막대를 자르기 위한 공구는 쇠톱이다. 이것은 약간 큰 공작을 하는 데에는 꼭 필요하다. 쇠판이나 쇠막대를 자른 후의 마무리에 쓰이는 줄은 자루가 달린 것으로 큰 것을 하나 준비하면 편리하다. 이것은 반원형 줄이 적당하며 둥근 곳이나 똑바른 곳 모두를 갈 수 있다.

볼륨과 스위치를 다는 구멍을 뚫을 때는 디바이더로 재서 뚫으면 꼭 맞는다. 약간 여유가 생기면 반드시 준비해 보자. 이밖에 스위치 너트를 죄기 위한 보통 펜치도 1개 있으면 편리하다.

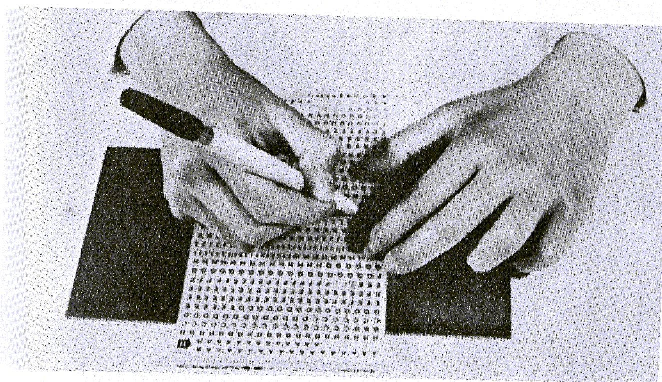


● 라디오 공작의 이모저모

과거에는 라디오 공작이라면 금속판 샤시의 가공에서부터 시작했기 때문에 구멍이 많이 뚫린 공작책 등이 필요했었다.

그러나 요즘의 라디오 공작에는 프린트 기판 만들기가 절반으로, 금속판 가공은 케이스에 부품을 붙이기 위한 간단한 구멍뚫기 정도로 되었으니 공작이라고 해도 신문지를 펴고 헌 잡지라도 한 권 가져 오면 충분하다. 한편 공작을 할 때 쇠조각 등 부스러기가 생기므로 방바닥에 널리지 않도록 주의한다.

마지막으로 패널판에 글씨 쓰기를 설명하자. 패널판의 글씨 쓰기는 앞에서 설명하지는 않았으나 인스턴트 레터링을 구입해서 아래 사진과 같이 패널면에 베낀다. 인스턴트 레터링에는 검은 것과 흰색이 있으니 패널면이 검으면 흰 글씨를 넣도록 한다.

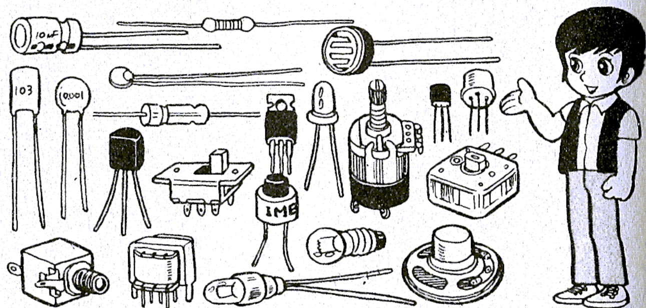


5 제작에 필요한 부품지식

● 여러 가지 전자부품

전자부품은 보통 부품이라 부르는 것들이다. 그런데 라디오 부품에는 여러 가지가 있다. 부품을 크게 나누면 능동 부품과 수동 부품이 있다. 능동 부품이란 트랜지스터, IC, 진공관처럼 증폭작용 등을 가진 부품이고 수동 부품이란 저항, 콘덴서, 코일 등으로 능동 부품과 연결되어서 그 작용을 돕는 역할을 하는 것들이다.

실제의 부품은 여러 가지 종류로 나누는데 우선 트랜지스터나 다이오드 등 반도체로 만들어진 것을 반도체 부품이라고 한다. 이제부터 자주 CR부품이라는 말을 사용하는데 C란 콘덴서, R이란 저항을 말한다. 그밖에 코일이나 스피커, 마이크 등, 또 스위치나 퓨즈 홀더 등이 있다.



● 반도체 부품 1 ─다이오드

다이오드의 기호는 그림 1과 같다. 문자기호로는 D를 쓴다. 다이오드는 한쪽 방향으로만 전류를 보내는 성질이 있으며 전류가 흐르는 방향은 그림기호의 화살표 방향과 똑같다.

그림 1. 다이오드의 기호

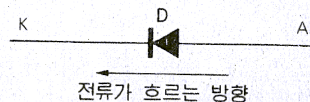


그림 2. 다이오드의 모습

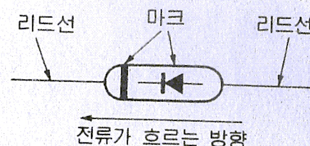
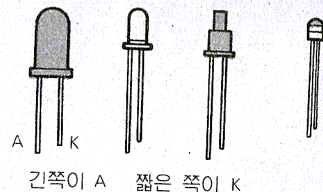


그림 3. 발광 다이오드의 종류



다이오드의 실제모양은 그림 2 처럼 되어 있다. 큰 것, 작은 것 또 약간 변형된 것이 있지만 대개 그림처럼 생겼다.

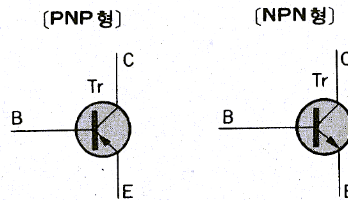
전류방향을 나타내는 표시는 그림기호 외에 색띠를 한 것, 또는 위의 둠 자를 표시한 것도 있다. 다이오드에는 게르마늄 다이오드와 실리콘 다이오드의 2 가지가 있다. 게르마늄 다이오드는 주로 검파용으로, 실리콘 다이오드는 정류용으로 사용된다. 실리콘 정류기는 전원 만들기에서 사용한 것처럼 브리지에 싼 것이다.

다이오드 중에는 제너 다이오드(정전압 다이오드, 기호는 D_z), 가변용량 다이오드(바리캡, 기호는 D_c), 발광 다이오드(*LED*) 등이 있다. 제너 다이오드는 정전압을 만들 때, LED는 꼬마전구 대신으로 쓰인다.

●반도체 부품 2 —트랜지스터

트랜지스터에는 PNP형과 NPN형의 2가지가 있다. 이들을 그림기호로 표시하면 그림 1과 같다.

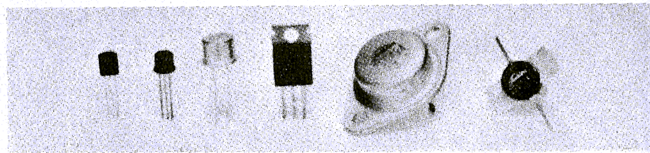
그림 1. 트랜지스터의 기호



3개의 전극에는 B(베이스), C(콜렉터), E(에미터)라는 이름이 붙어 있다. PNP형과 NPN형을 구분하려면 에미터에 붙어 있는 화살표 방향을 본다. 또 기호는 보통 T_r이 쓰이는데 Q로 쓰기도 한다. 트랜지스터에는 실리콘 트랜지스터와 게르마늄 트랜치스터가 있다. 이것은 트랜지스터를 만드는 재료에 따라 나누는 것으로 각각 PNP형과 NPN형이 있다.

이 중에서 게르마늄 트랜지스터는 열에 약하고 깨지기 쉬워 요즘엔 거의 쓰이지 않는다. 현재 쓰이고 있는 것은 모두 실리콘 트랜지스터라고 해도 과언은 아니다. 실리콘 트랜지스터는 150℃ 정도의 열에도 충분히 견딘다.

트랜지스터에는 각각 이름이 있는데 이 이름으로 그 트랜지스터가 PNP형이냐 NPN형이냐 하는 것과 또한 용도 등을 알 수 있다.



트랜지스터에는 위와 같이 여러 가지 모양이 있다

트랜지스터의 명칭은 예를 들어 2SC372라는 식으로 되어 있는데 이것은 뜻은 아래와 같다.

2S	C	372
↓	↓	↓
트랜지스터라는 것을 나타냄	용도	트랜지스터에 붙여진 일련번호

용도인 곳에는 A, B, C, D가 있는데 그 뜻은 다음과 같다.

A→고주파용, B→저주파용 } PNP형 트랜지스터

C→고주파용, D→저주파용 } NPN형 트랜지스터

이것으로써 2SC372라는 트랜지스터는 고주파용으로 만들어진 NPN형이며 372번째인 것을 알 수 있다.

2SC372의 자세한 규격이나 다리접속, 게르마늄인지 또는 실리콘인지는 트랜지스터의 규격표를 보면 알 수 있다.

이밖에 트랜지스터에는 스위칭용이나 고주파 출력용 등으로 나누기도 한다. 스위칭용이란 디지탈 신호를 취급하는 펄스회로에 쓰이고, 고주파 고출력용은 송신기의 전력증폭에 쓰인다. 트랜지스터의 종류는 이외에도 많이 있고 또 이미 수천 가지의 트랜지스터가 생산되었다.

●반도체 부품3—FET, IC

FET란 전계효과 트랜지스터라는 것으로 모양은 트랜지스터와 같으나 작용은 약간 다르다. 그러나 역시 트랜지스터와 같은 증폭작용을 가진 반도체 부품이다.

FET에는 접합용과 MOS형의 2가지가 있다.

그림1은 접합형 FET의 기호, 그림2는 MOS형 중에서도 가장 널리 쓰이는 N채널 듀얼게이트 FET의 기호이다. 이 듀얼게이트 FET는 고증폭용으로 쓰인다.

그림1. 접합형 FET의 기호

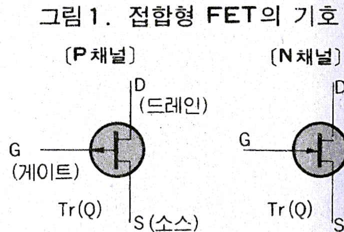
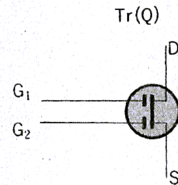
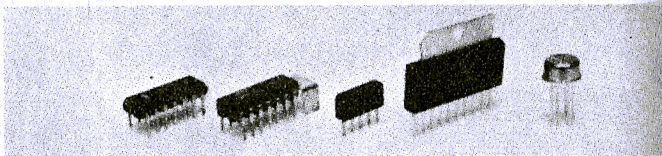


그림2



IC란 집적회로라는 뜻이며 증폭회로나 발진회로 등의 전자회로를 트랜지스터나 FET를 만드는 재료인 실리콘의 작은 칩(조각) 위에 만들어 플래스틱 케이스에 집어넣은 것이다. IC가 얼마나 편리한지는 이미 앞에서 충분히 알았을 줄 믿는다.

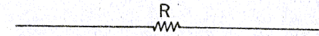


IC에는 위와 같이 여러 가지 모양이 있다

●저항1—고정 저항기

저항기란 저항을 갖도록 만들어진 부품이며 고정저항은 처음부터 저항값이 정해져서 마음대로 바꿀 수 없는 것이다.

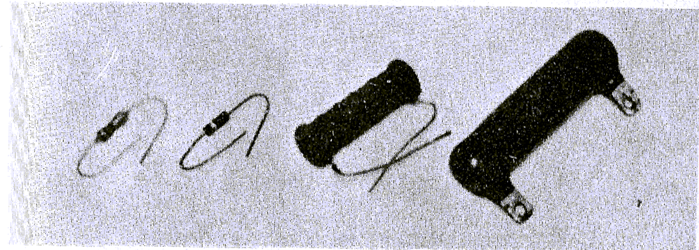
저항 기호



보통 그냥 저항이라 했을 때는 이 고정저항을 가리킨다. 저항의 그림기호는 톱날을 그려 표시하며 기호는 R이다. 회로도 중에 톱날 그림기호가 나오면 저항을 잇는 것으로 생각하면 된다.

저항에는 저항의 크기를 표시하는 저항값과 어느 정도의 전력에도 견디느냐를 나타내는 정격전력이 있다. 이를 테면 $1k\Omega/\frac{1}{4}W$라면 $1k\Omega$이 저항값이고 $1/4W$는 정격전력이다.

저항의 종류에는 탄소저항, 고체저항, 권선저항, 법랑저항 등이 있다. 라디오 제작에서는 탄소저항이 흔히 쓰이며 간혹 고체저항도 쓰일 때도 있다.



왼쪽으로부터 탄소저항, 고체저항, 권선저항, 법랑으로 만든 저항

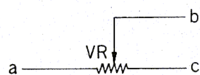
● 저항 2 ―가변저항, 반고정저항

가변저항이나 반고정저항은 모두 저항값을 바꿀 수 있게 만들어진 부품이다.

가변저항은 볼륨이라고도 하며, 또 반고정저항은 트리머 또는 반고정 볼륨이라고도 부른다.

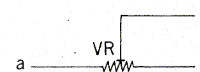
가변저항이나 반고정저항의 그림기호에는 2 가지가 있으며 둘 다 쓰인다. 기호는 모두 VR이다.

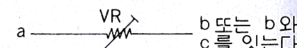
가변저항의 기호





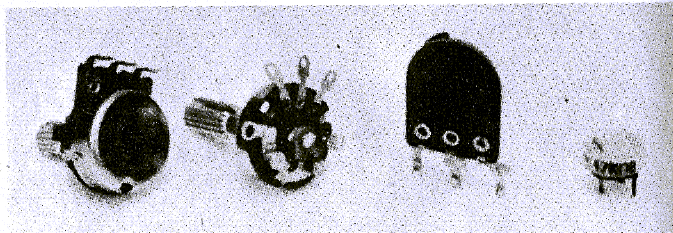
반고정저항의 기호





가변저항은 라디오의 음량(볼륨)조절 등에 쓰이며 라디오의 볼륨 손잡이 안쪽에 붙어 있다. 또 스위치가 달린 것(S붙음)도 있다.

반고정저항은 일단 조절한 후에는 움직일 필요가 없는 곳에 쓰인다.

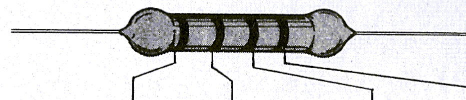


왼쪽의 2 개가 가변저항, 오른쪽 2 개는 반고정저항

● 저항 3 ―컬러 코드를 읽는 법

큰 저항에는 저항값이나 허용오차(저항값의 오차가 어느 정도 허용되느냐는 것), 정격전류 등이 숫자로 쓰여 있는데 작은 저항은 컬러 코드(색표시)로 저항값을 나타내고 있다.

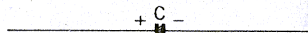
저항에 붙여진 색띠의 뜻은 아래 표대로인데, 예를 들면 색띠가 밤색, 녹색, 등색, 금색이면 1, 5, 10^3(=1,000), ±5 %이다. 저항값 단위는 Ω이므로 이 저항은 15,000Ω(15kΩ), 오차는 ±5 %가 된다.



색별	색연필로 칠한다	첫째수	둘째수	배수(곱하는 수)	허용오차 (%)
검정		0	0	$10^0=1$	—
갈색		1	1	$10^1=10$	(±1)
빨강		2	2	$10^2=100$	(±2)
등색		3	3	$10^3=1000$	—
노랑		4	4	$10^4=10000$	—
초록		5	5	$10^5=100000$	—
파랑		6	6	$10^6=1000000$	—
보라		7	7	$10^7=10000000$	—
회색		8	8	$10^8=100000000$	—
흰색		9	9	$10^9=1000000000$	—
금색		—	—	$10^{-1}=0.1$	(±5)
은색		—	—	$10^{-2}=0.01$	(±10)

● 콘덴서 1 — 고정 콘덴서

전해 콘덴서의 기호



일반 콘덴서의 기호

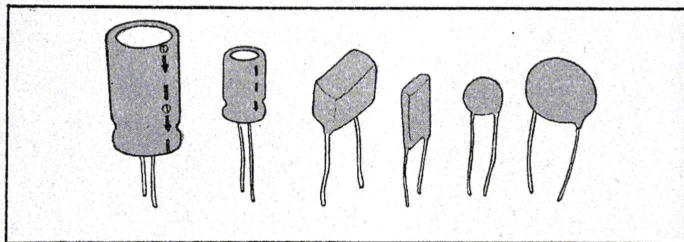


콘덴서란 정전용량(캐퍼시턴스)을 갖도록 만들어진 부품이다. 여기서 말하는 고정 콘덴서는 처음부터 정전용량 값이 정해져서 마음대로 바꿀 수 없다.

콘덴서에는 여러 가지가 있는데 전해 콘덴서 등은 +, -의 극성이 있고 특별한 기호가 쓰인다. 그밖의 콘덴서 기호는 모두 같다.

콘덴서에는 정전용량과 내압이란 것이 있다. 내압이란 것은 어느 정도의 전압까지 견디는가를 나타내는 것이다.

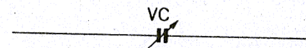
콘덴서는 주파수에 따라 용도가 다르며 저주파에서는 전해 콘덴서나 마일러 콘덴서가 쓰인다. 또 세라믹 콘덴서가 쓰이는 수도 있다. 고주파에선 세라믹 콘덴서만 쓰인다.



왼쪽부터 전해, 마일러, 세라믹 콘덴서(각 2개)

● 콘덴서 2 — 바리콘, 트리머 콘덴서

바리콘의 기호



트리머 콘덴서의 기호



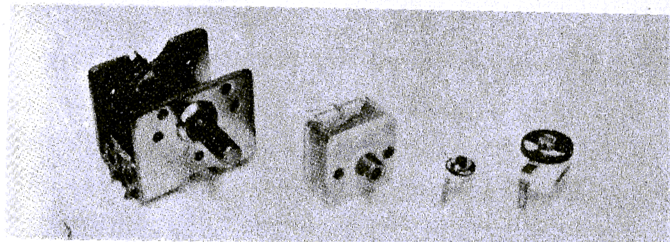
정전용량을 마음대로 바꿀 수 있게 만들어진 것이 바리콘이라든지 트리머 콘덴서 같은 것들이다.

바리콘이란 베리어블 콘덴서(가변용량 콘덴서)를 말하며 라디오의 다이얼 손잡이 안쪽에 달려 있다. 그림기호는 고정 콘덴서에 화살표가 그려져 있으며 기호는 VC이다.

트리머 콘덴서는 한 번 조정한 후에는 움직이지 않아도 좋은 곳에 쓰이는 것으로 기호는 TC이다.

바리콘에는 공기 바리콘과 폴리 바리콘의 2가지가 있다. 공기 바리콘은 대형이나 폴리 바리콘은 소형이어서 트랜지스터에 흔히 쓰인다.

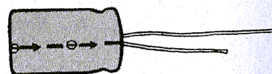
트리머 콘덴서에서 잘 쓰이는 것은 세라믹 트리머라는 것이다.



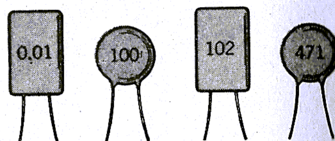
왼쪽으로부터 공기 바리콘, 폴리 바리콘, 세라믹 트리머

● 콘덴서 3 —정전용량을 읽는 법

전해 콘덴서



마일러와 세라믹



(a) 0.01μF 100pF (b) 1000pF =0.001μF 470pF

콘덴서를 구입해서 사용할 때는 정전용량과 내압을 알아야 한다.

먼저 전해 콘덴서의 경우에는 정전용량과 내압이 그대로 표시되어 있다. 오른쪽 사진에서는 정전용량이 470μF, 내압이 16V이다. 그리고 +, −의 극성이 표시되어 있다.

마일러 콘덴서나 세라믹 콘덴서의 경우에도 전해 콘덴서와 같이 0.01 또는 100(0.01μF, 100pF) 같은 식으로 표시되어 있다. 윗그림 (*a*)가 이러한 경우이다.

그런데 (*b*)와 같은 경우도 있다. 이 표시방법은 3글자로 되어 있는데 102를 예로 들면 다음과 같다.

1	0	2 (pF)
↑	↑	↑
최초의 숫자	2번째 숫자	뒤에 붙는 0의 갯수

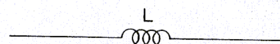
이때 단위는 반드시 pF(피코패럿)이다. 여기에서 10 다음에 0을 2개 붙여야 하므로 1,000pF이 된다. 1,000pF은 0.001μF에 해당된다.

마일러 콘덴서나 세라믹 콘덴서의 내압은 작은 것이라도 50V 이상이므로 표시가 없어도 걱정 없다.

● 코일—동조코일, 쵸크 코일

그림 1. 동조 코일

(a) 코어(심)가 없는 것



(b) 코어가 있는 것

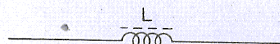
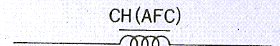


그림 2. 쵸크 코일

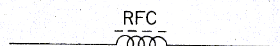
(a) 저주파 쵸크



(b) 코어가 없는 고주파 쵸크



(c) 더스트 코어가 있는 고주파 쵸크

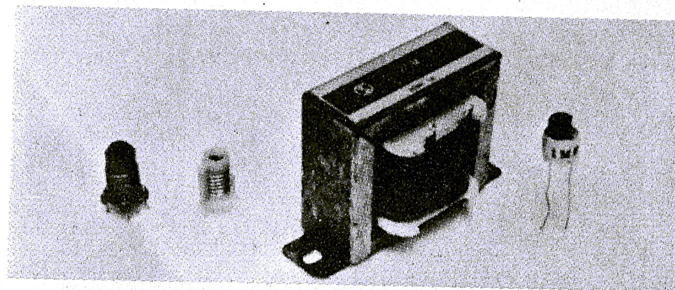


코일은 선륜(線輪)이라고도 하며 절연물로 된 보빈 위에 에나멜선 등의 도선을 포개 감는 것이다.

코일의 중요한 역할은 콘덴서와 합쳐져서 라디오의 동조회로를 만드는 일이다. 이러한 코일을 동조코일이라고 하며 그림 1과 같다.

슈퍼 라디오에서 사용한 바 안테나는 (*b*)의 코어가 있는 동조코일이다. 이 코어를 더스트 코어라고 한다.

코일에는 쵸크 코일이라는 것이 있는데 그림 2와 같이 저주파 쵸크와 고주파 쵸크의 2가지가 있다.



왼쪽 2개가 동조코일, 다음은 AFC, RFC

● 트랜스(변압기, 변성기)

트랜스에는 전원 트랜스, 저주파 트랜스, 고주파 트랜스 등이 있다.

그림 1은 전원 트랜스의 한 예인데 1차측에 AC 100 V를 가하면 2차측에서 여러 가지 전압을 얻게 되어 있다. 또한 2차측의 전류용량(그림에선 2A)도 중요하다.

그림 2는 저주파 트랜스이다. 여기에서 10k 또는 2k는 트랜스의 임피던스이다. 또 CT라는 것은 중간에 탭이 붙는다는 뜻이다.

그림 1. 전원 트랜스

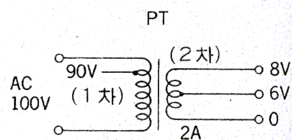


그림 2. 저주파 트랜스

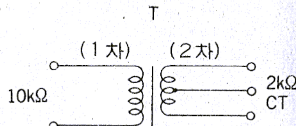


그림 3. 고주파 트랜스

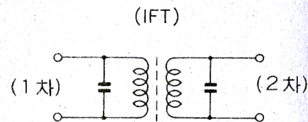
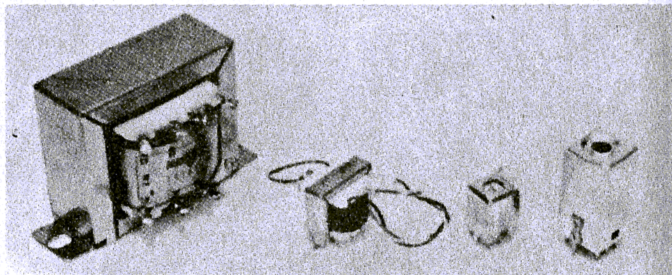


그림 3은 고주파 트랜스이며 슈퍼 라디오에서 사용하는 중간 주파수 트랜스(*IFT*)와 같다.



왼쪽으로부터 전원 트랜스, 저주파 트랜스, IFT

● 스피커, 헤드폰, 이어폰

그림 2는 헤드폰과 이어폰의 기호이다. 헤드폰은 머리에 걸쳐 쓰며 이어폰은 귀에 꽂아 쓴다. 이어폰은 마그네틱형과 크리스탈형이 있다.

이들은 모두 전기신호를 우리 귀에 들리는 소리로 고치기 위한 것이다.

그림 1. 스피커

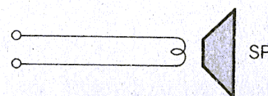


그림 2. 헤드폰

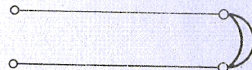
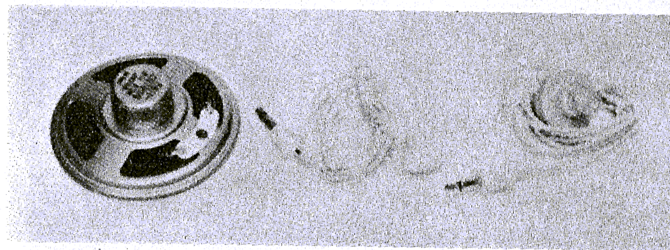


그림 1은 스피커 기호인데 현재 쓰이고 있는 것은 모두 다이내믹 스피커이다. 스피커에는 원형인 것과 타원형이 있으며 대개 원형이 일반적이다.

스피커의 크기는 7 cm, 12cm, 16cm 등으로 표시하는데 이것은 지름을 뜻한다. 또 스피커에는 임피던스와 정격전력이 표시되어 있다. 임피던스 4Ω, 8Ω, 16Ω 등이 있는데 8Ω이 표준형이다. 정격전력은 작은 것이 0.3W, 0.5W이며 스피커가 클수록 정격전력도 커진다.



왼쪽으로부터 스피커, 마그네틱 이어폰, 크리스탈 이어폰

●건전지

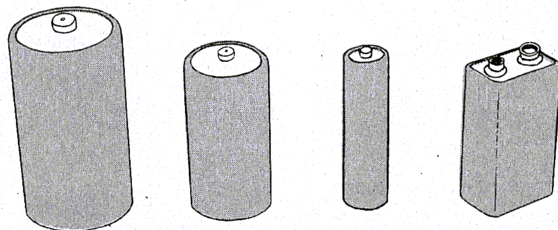
트랜지스터로 만드는 라디오는 소비전력이 적으므로 건전지로 동작시킬 수 있다.

아래 표에 보인 건전지는 흔히 쓰이는 것으로 어디에서나 쉽게 구입할 수 있다.

이 책에선 주로 AAM 건전지를 사용했다. 이 표를 보면 대개 몇 시간쯤 쓸 수 있는지를 알 수 있다. 이를 테면 슈퍼 라디오에서는 스피커에서 나는 소리의 크기에 따라 달라지지만 사용전류가 30~50mA 정도이므로 대개 AAM 건전지 1개로 10시간쯤 사용할 수 있다.

흔히 쓰이는 건전지와 그 성능

형명	초기전압 (V)	사용전류 (mA)	종지전압 (V)	사용시간 (h)	중량 (g)	비고
UM-1	1.5	300	0.85	11.5	80	DM
UM-2	1.5	300	0.85	4.5	40	CM
UM-3	1.5	120	0.85	5.0	15	AAM
006P	9	5	4.5	60	35	



왼쪽으로부터 DM, CM, AAM, 006P의 건전지

제 4 장 라디오와 전기의 기초지식



1 방송국에서 라디오까지

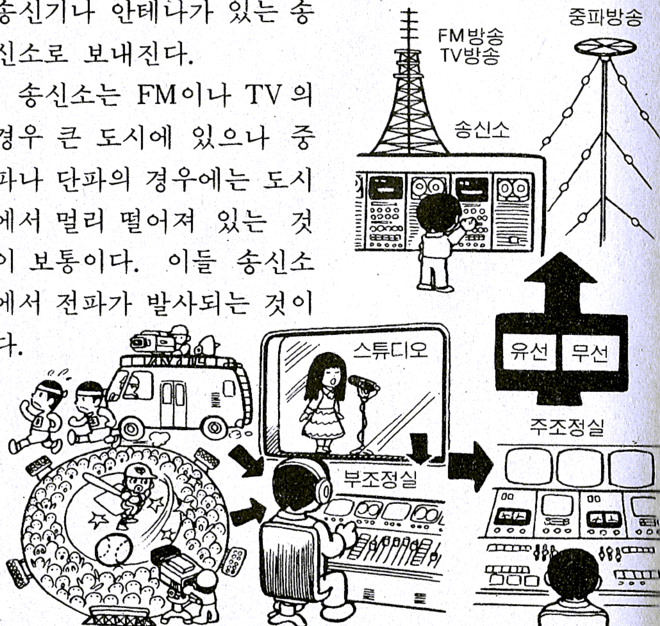
● 방송국의 구조

매일 보내 오는 방송전파는 도대체 방송국에서 어떻게 만들어지는 것일까?

방송의 프로그램은 스튜디오에서 만들어지거나 방송차에서 취재되고 야구장으로부터 중계되어 주조정실로 모아진다. 여기까지는 방송국 안에서 이루어진다.

이렇게 해서 만들어진 프로그램은 유선이나 무선으로 송신기나 안테나가 있는 송신소로 보내진다.

송신소는 FM이나 TV의 경우 큰 도시에 있으나 중파나 단파의 경우에는 도시에서 멀리 떨어져 있는 것이 보통이다. 이들 송신소에서 전파가 발사되는 것이다.



● 라디오 방송의 여러 가지

가정용의 라디오를 보면 대개 중파방송과 단파방송, 경우에 따라서는 FM방송 등 여러 가지 방송이 수신되도록 되어 있다. 그러면 라디오 방송에는 어떠한 것들이 있을까?

라디오 방송을 말할 때 MW(중파), SW(단파), VHF(초단파)방송이라는 것이 있다. 중파는 MF, 단파는 HF라고도 한다.

이들은 전파의 종류로 라디오 방송을 나타낸 것이다. 중파방송이나 단파방송은 잘 알고 있는 것들이다.

다음에 라디오의 명칭에 AM라디오라든가 또는 FM라디오라는 것이 있다. 이것은 변조방식(방송국에서 전파에 음성신호를 싣는 방법)을 나타낸 것으로 AM은 진폭변조, FM은 주파수변조라는 뜻이다.

전파의 종류와 함께 변조방식은 중요하며 방송국에서 보내 온 전파와 라디오가 잘 조합되지 않으면 방송이 잘 안 들린다. 실제로 중파와 단파방송은 AM으로, FM방송은 글자 그대로 FM으로 되어 있다.

라디오 방송에 사용하고 있는 주파수와 변조의 관계

명　　칭	주 파 수	라디오　방송	변조
MF—중파(*MW*) (중간의 주파수)	300∼3,000kHz	중파방송(표준방송) 525∼1,605kHz	AM
HF—단파(*SW*) (높은 주파수)	3∼30MHz	단파방송	AM
VHF—초단파 (아주 높은 주파수)	30∼300MHz	FM방송 88∼108MHz	FM

● 중파방송과 단파방송

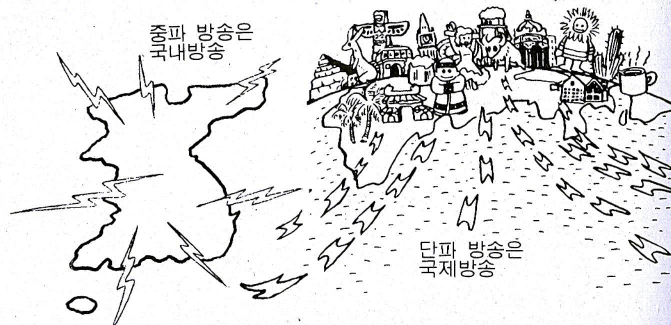
중파방송은 표준방송이라고도 하며 525~1,605kHz의 주파수로 방송되고 있다. 단파방송은 단파(3~30MHz) 중에 몇 개의 방송 밴드가 마련되어 있어 거기에서 방송된다. 보통 파장이라고 하며 41m밴드, 75m밴드라고 말한다.

중파방송은 전파가 퍼지는 방법으로 말하자면 국내 방송으로써 우리나라에 많은 방송국이 있어 매일 방송되고 있다.

단파는 대기권의 전리층에 의해 온세계로 전파가 퍼져나가므로 주로 외국을 상대로 하는 국제방송에 쓰이고 있다.

중파방송이나 단파방송은 AM(진폭변조)으로 방송되고 있다. AM은 FM에 비해 음질이나 잡음면에서 떨어진다. 반면에 AM은 2개의 방송에 필요한 전파의 주파수 폭이 FM보다 좁아도 되므로(약 15kMz 간격) 전파가 유효하게 이용된다.

중파방송은 525~1,605kHz 사이를 현재 9kHz 간격으로 방송국에 주파수를 할당하고 있다.



● 음질이 좋은 FM방송

FM방송은 초단파(*VHF*)의 88~108MHz 주파수를 사용하고 있으며 중파방송에 비하면 아직도 방송국 수가 적다.

FM방송에 쓰이고 있는 FM(주파수변조)은 AM에 비해 1개의 방송에 필요한 전파의 폭은 약 200kHz로 대단히 넓다. 그러나 FM은 잡음이나 일그러짐이 적고 음질이 좋은 방송을 할 수 있다.

좀더 자세히 말하자면 보낼 수 있는 주파수가 AM은 50~7,500Hz 정도인데 비해 FM은 30~15,000Hz까지 보낼 수 있다.

또한 FM방송의 큰 특징은 1개의 전파로 스테레오 방송을 할 수 있다는 점이다.



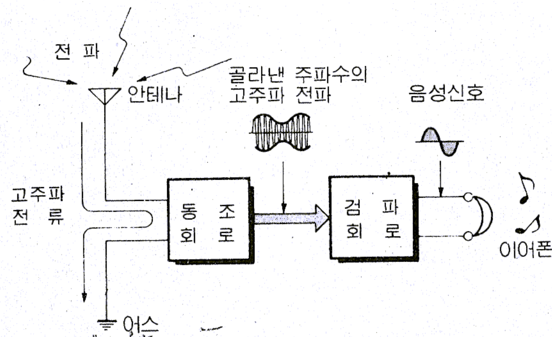
●가장 간단한 라디오의 구성

우리가 매일 사용하고 있는 라디오는 트랜지스터를 몇 개인가 써서 만들어져 있다. 그러므로 먼 방송국도 수신이 되며 스피커를 큰 음으로 울릴 수 있는데 방송을 듣는 데에 최소한으로 필요한 것은 복잡한 회로 중에 극히 일부이다.

방송을 듣는 데 꼭 필요한 것만으로 만들어진 가장 간단한 라디오는 게르마늄 라디오이다. 이것은 AM 전파에만 사용되는데 그 구성도를 소개하면 아래와 같다.

우선 안테나에는 여러 가지 전파가 함께 들어 와 고주파 전류로 되어 동조회로 속으로 들어 간다. 그리고 그 다음에 어스로 흘러 간다. 동조회로에서는 수신하려는 주파수의 고주파 전류만을 골라 내어 검파회로에 보낸다. 검파회로에서는 변조 때 실린 음성신호를 다시 꺼내어 이어폰으로 보낸다. 여기에서 비로소 우리 귀에 들리는 음이 나오게 된다.

방송을 듣는 데 최소한으로 필요한 구조



●스트레이트 라디오

가장 간단한 라디오는 아무리 잘 해 보아도 약한 전파의 방송은 수신되지 않고 또 스피커를 울릴 수도 없다.

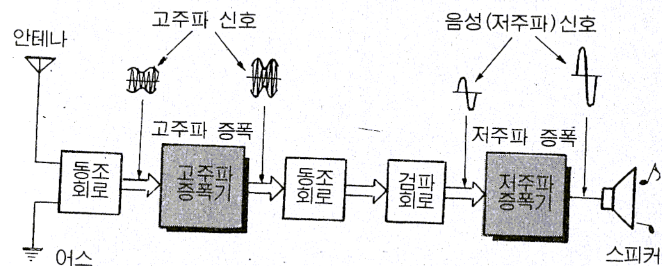
그러므로 가장 약한 전파의 방송을 수신하거나 스피커를 울리려면 어떻게 하면 좋은지…? 여기에는 〈증폭기〉를 쓰면 된다.

증폭기란 고주파나 음성신호의 진폭을 크게 하는 장치이다. 아래 그림은 게르마늄 라디오에 증폭기를 더한 것으로 고주파 신호를 증폭하는 고주파 증폭기와 음성(저주파)신호를 증폭하는 저주파 증폭기가 있다. 이 라디오는 수신하려는 주파수의 전파를 그대로 증폭하므로 스트레이트 방식의 라디오라 한다.

스트레이트 라디오는 분리(선택도라고도 하며 많은 전파 중에서 원하는 것을 골라 내는 능력)가 그다지 좋지 않고 감도도 나쁘기 때문에 중파 라디오의 실습용으로 가끔 쓰일 정도이다.

실제로 쓰이고 있는 것은 모두 슈퍼 라디오이다.

스트레이트 라디오의 구성

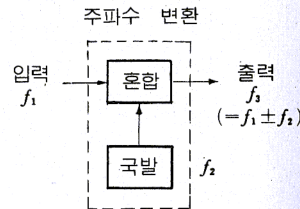


● 슈퍼 라디오

슈퍼 라디오란 정식으로는 〈슈퍼 헤테로다인〉 방식의 라디오이다.

그림 1은 슈퍼 라디오의 기본적인 구성이며 스트레이트 라디오에는 없었던 주파수 변환과 중간주파 증폭이라는 것이 붙어 있다.

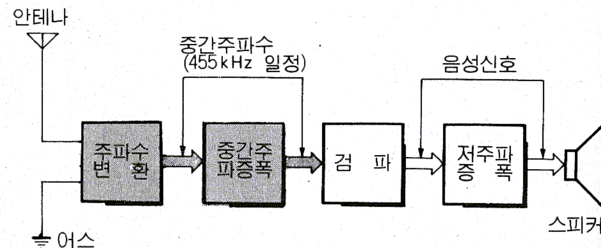
그림 2. 주파수 변환의 역할



슈퍼 라디오에서는 수신한 주파수를 그림 2와 같이 국부발진과 함께 혼합한다. 이것이 주파수 변환이며, 혼합해서 일정한 주파수(중파 라디오에서는 455kHz 사용)로 변환한다. 이 주파수를 중간주파수라고 한다.

주파수 변환의 역할은 가령 입력 주파수를 f_1, 국부발진 주파수를 f_2라 할 때 출력 주파수 f_3은 $f_3=f_1 \pm f_2$가 되는 것이다. 이때 f_1-f_2는 큰 쪽에서 작은 쪽을 뺀다.

그림 1. 슈퍼 라디오의 구성



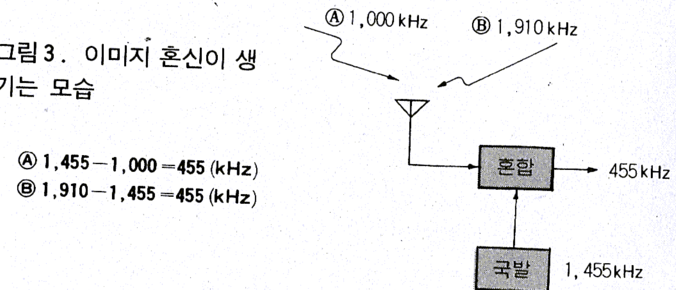
중간주파수는 중파 라디오에서는 455kHz, FM라디오에서는 10.7MHz로 선택된다. 이들 주파수는 증폭하기 쉽기 때문에 수신전파를 일단 중간주파수로 고친 다음에 크게 증폭해 준다. 그러므로 슈퍼 라디오에서는 감도가 좋은 것을 만들 수 있는 것이다.

이 슈퍼 라디오에서는 선택도가 중간주파 증폭의 성능으로 정해진다. 그런데 중간주파수는 일정하므로 선택도를 좋게 하는 것은 간단하며, 그 때문에 슈퍼 라디오의 선택도가 대단히 좋아진다.

그런데 지금 얘기한 선택도는 〈근접 주파수 선택도〉란 것으로 근처에 있는 방송국 전파를 골라서 나누는 능력이다. 그런데 슈퍼 라디오에는 〈이미지 혼신〉이라고 하는 또 다른 혼신이 있다. 그것은 그림 3과 같은 것인데 Ⓐ가 수신하려는 전파이다. 그런데 이 Ⓐ에 중간주파수의 2배인 910kHz가 넘는 Ⓑ의 1,910kHz도 동시에 안테나에 들어 오면 이것도 수신되어서 Ⓑ가 Ⓐ에 혼신된다. 이것이 이미지 혼신이다. 이미지 혼신은 주파수 변환 전에 있는 동조회로에서 감소시킨다.

그림 3. 이미지 혼신이 생기는 모습

Ⓐ 1,455－1,000＝455 (kHz)
Ⓑ 1,910－1,455＝455 (kHz)



● 라디오의 성능을 나타내는 용어

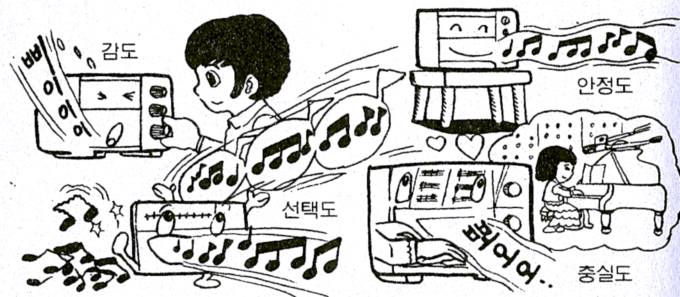
라디오의 성능을 나타내는 용어에는 감도, 선택도, 안정도, 충실도, 잡음의 크기 등이 있다.

감도란 그 라디오가 얼마만큼 약한 전파까지 수신할 수 있는가를 나타내는 것이다. 라디오는 감도가 좋아야 한다. 라디오 수신기의 감도는 보통 정해진 출력(50mW 또는 500mW가 쓰인다)을 내는 데 얼마만큼의 입력전압이 필요한가를 나타낸다.

선택도란 자신이 수신하려는 전파의 주파수 근처에서 혼신되기 쉬운 전파를 어느 정도 약화시키는가를 나타내는 것이다. 선택도가 나쁘면 분리가 나빠지고 혼신이 증가한다.

안정도란 1개의 방송전파를 얼마만큼 장시간 다이얼 손잡이에 손대지 않아도 수신을 계속할 수 있는가를 나타내는 것이다. 안정도가 나쁘면 항상 다이얼 손잡이를 조절해야 한다.

충실도란 방송국에서 보내진 음성신호를 얼마만큼 원상태로 재현할 수 있는가를 나타낸다.



2 전기의 기초지식

● 전기란 무엇인가?

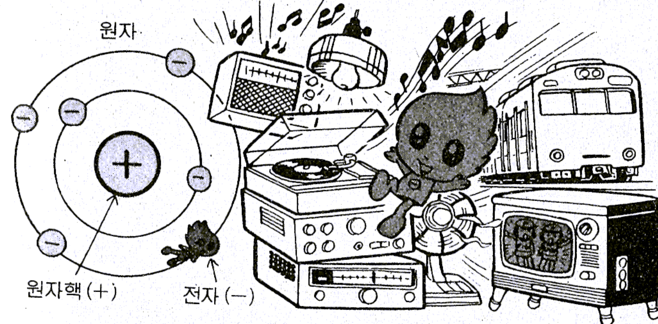
우리는 매일 집에 있는 콘센트나 건전지에서 전기를 편리하게 쓰고 있다. 스위치를 켜면 라디오에서 소리가 나오게 하고 모터를 돌아 가게 하는 전기는 대단히 편리한 것이며 단 하루라도 없으면 생활에 큰 타격을 받게 된다.

그러면 이 편리한 전기란 것은 도대체 어떠한 것일까?

전기란 원자 속에 있는 전자가 가지고 있는 성질 중의 하나이다. 전자는 전기 외에도 자기(磁氣), 열, 빛 등의 성질을 가지고 있다. 전자란 어쩌면 슈퍼 맨 같지 않을까?

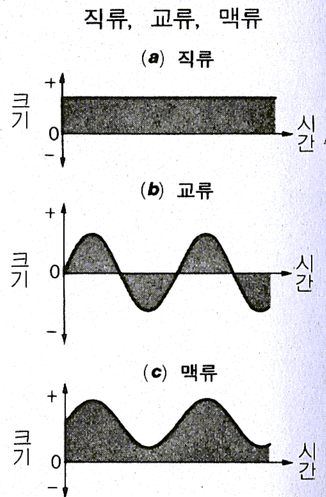
바로 이러한 전자에 관한 공부를 해 보자.

전자를 이용한 장치 등을 전자제품이라고 한다. 바야흐로 세상은 전자시대 또는 일렉트로닉스 시대라고 말하며 라디오도 이의 일부분이다.



● 전기의 종류—직류, 교류, 맥류

직류, 교류, 맥류



전기에는 직류, 교류, 맥류의 3가지가 있다.

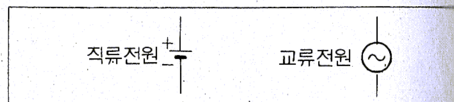
먼저 직류란 건전지나 축전지, 직류 발전기 등에서 얻어지는 것으로, 오른쪽 그림의 (a)처럼 시간이 흘러도 전압이나 전류의 크기와 방향(+, −)이 변하지 않는 전기이다.

교류란 교류 발전기로 만들어 내는 것으로, (b)와 같이 시간이 흐름에 따라 크기나 방향이 항상 변하는 것이다. 가정에 와 있는 전기는 이 교류이다. 왜 교류와 같은 전기를 쓰느냐 하면 트랜스를 사용해서 전압을 쉽게 올리고 내릴 수 있기 때문이다. 직류는 이렇게 하기가 힘들다.

맥류란 (c)와 같이 시간에 따라 크기는 변하나 방향은 변하지 않는 것이다. 맥류는 직류와 교류가 합성된 것으로써 라디오 속에서 활약하고 있다.

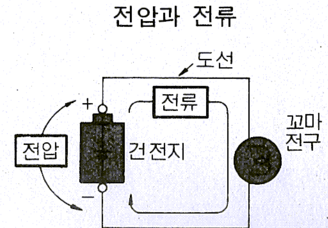
직류전원과 교류전원의 그림기호는 아래와 같다.

전원의 그림기호



● 전기를 나타내는 용어

전압과 전류



오른쪽 그림은 국민학교 자연시간에 한 번쯤은 해 본 건전지로 꼬마전구를 켠 모습이다.

이와 같이 꼬마전구가 빛을 내고 있을 때 건전지의 +와 −의 단자(전기가 나오는 곳) 사이에는 〈전압〉이 생기고, 건전지로부터 〈전류〉가 흐른다.

전압이란 전류를 흐르게 하는 힘이며, 건전지에 1.5 V 또는 9 V라고 쓰여 있는 것이 바로 전압이다.

가정에 와 있는 전기의 전압은 100 V이다. 이것은 건전지에 비해서 70배나 높은 전압이므로 손에 닿으면 감전되기 때문에 위험하다.

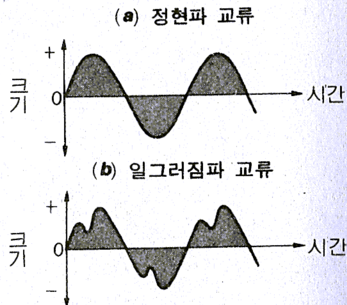
전압은 꼬마전구를 빛내지 않아도 처음부터 있는 것이며(이것을 기전력이라고 한다) 전류는 꼬마전구에 빛이 들어 올 때 비로소 흐르는 것이다. 이 전류의 정체가 바로 전자이다. 전자는 −전기를 가지고 있으며 전원(여기에서는 건전지)의 −단자에서 나와 +단자를 향해 움직인다. 이것은 전류가 흐르는 방향과는 반대이다.

전기의 세계에서는 전류는 전원의 +극에서 나와 −극으로 흐른다고 약속되어 있다. 이 점을 꼭 기억하기 바란다.

● 재미있는 교류의 여러 가지

교류는 시간에 따라 방향이나 크기가 항상 변하는 전기인데 여기에는 오른쪽 그림의 (*a*)와 같은 정현파 교류와 (*b*)와 같은 일그러짐파 교류의 2 가지가 있다.

정현파 교류와 일그러짐파 교류

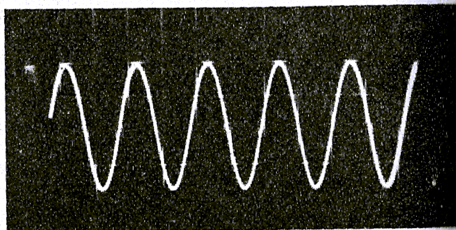


정현파 교류는 매끈한 모양을 하고 있고 일그러짐파 교류는 일그러진 모양을 하고 있다.

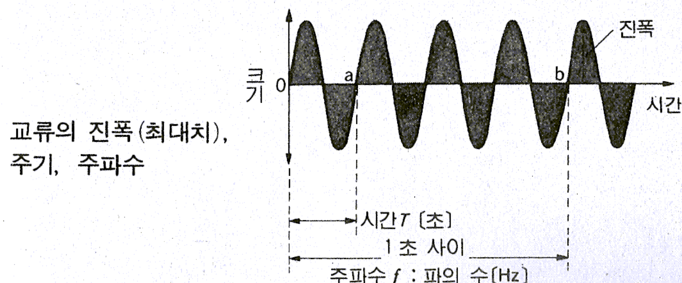
가정에 와 있는 전기는 (*a*)의 정현파교류인데 라디오의 시보나 휘파람소리 등도 정현파 교류이며 아주 맑고 깨끗한 음이다.

우리가 떠드는 소리나 음악은 일그러짐파 교류이며 (*b*)와 같이 일그러진 모양을 하고 있다. 일그러짐파 교류에는 이밖에도 여러 가지가 있으며 정현파 교류 이외에는 모두 일그러짐파 교류가 된다.

일그러짐파 교류는 복잡하고 어렵기 때문에 정현파 교류에 대해서 공부해 보기로 한다.



오실로스코프로 본 정현파 교류



교류의 진폭(최대치), 주기, 주파수

윗그림은 정현파 교류의 한 예이다. 그러면 먼저 교류의 크기(전압, 전류)를 나타내는 방법을 조사해 보자.

교류에서는 시간에 따라 크기가 변하므로 파동이 가장 높은 곳의 크기를 나타낸다. 이것이 진폭이며 최대치라고도 한다. 그런데 가정에 와 있는 교류의 100 V란 진폭이 아니고 실효치이다. 실효치란 같은 전압의 직류와 같은 양만큼의 일을 하는 값이다.

실효치와 진폭의 사이에는, 진폭=실효치$\times\sqrt{2}$라는 관계가 있다. 이것으로 계산을 해 보면 가정에 와 있는 100 V 전기의 진폭(최대치)은 약 141 V가 된다.

교류를 나타내는 것에는 이밖에도 주기(윗그림의 0 부터 *a*까지의 시간)와 주파수가 있다. 보통 주파수가 흔히 쓰이며 이것은 1초 사이에 0 부터 a까지의 반복(사이클)이 몇 번 들어 있는가를 나타내는 것이다. 주파수의 기호는 *f* 이며 단위는 Hz(헬츠)이다.

이를 테면 윗그림에서 1초간에 0 부터 b 사이에는 파동이 4 개 있으므로 주파수는 4Hz가 된다. 가정에 들어와 있는 전기의 주파수는 60Hz이다.

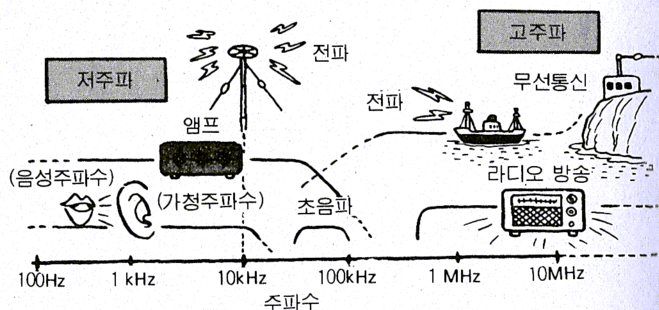
● 저주파와 고주파

교류란 재미있는 것으로 주파수가 다르거나 용도에 따라 여러 가지 이름이 있다. 이를 테면 여러 이름 뒤에 저주파나 고주파를 붙이는 것도 있으며 이외에도 음성 주파수, 가청 주파수, 전파, 심지어 빛까지도 포함된다.

우선 저주파란 낮은 주파수, 고주파란 높은 주파수의 교류라는 것이다. 그러나 어디에서 고주파와 저주파가 나누어지느냐 하는 확실한 구분은 없다.

이래서는 곤란하니까 좀더 생각해 보자. 우리 귀에 들리는 음성 주파수나 가청 주파수(30～20,000Hz)는 분명 저주파이다. 그러나 하이파이에서는 100kHz 정도까지의 특성을 조사하므로 이 근처도 저주파라고 할 수 있다. 한편 100kHz 근처를 초음파라고 한다.

다음에 확실한 것은 전파인데, 라디오 방송에 쓰이는 전파(500kHz 이상의 주파수)는 분명히 고주파이다. 그러나 전파에 있어 무선통신에 쓰이는 주파수는 수10kHz 에 이르는 것이 있어서 이 조처는 매우 복잡해진다.



● 전기가 일하는 전기회로

아래 그림은 가장 간단한 전기회로의 예인데 국민학교에서 배운 건전지로 꼬마전구를 켜는 실험, 또는 회중전등의 회로는 이와 같다.

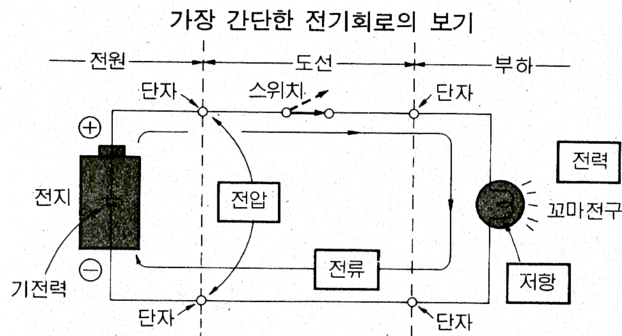
아래 그림에는 단자라는 것이 있는데 이것은 전지에서 전기가 나오는 곳, 또는 꼬마전구의 리드선에 해당된다. 전자부품에는 이와 같은 접속을 위한 단자가 반드시 붙어 있다.

이 회로에서는 회중전등에서 경험한 바와 같이 스위치를 넣으면 꼬마전구가 켜지고 스위치를 끊으면 꼬마전구가 꺼진다.

전지에는 기전력이 있고 전지의 단자에서는 전압이 발생한다. 또 꼬마전구에는 저항이 있다. 그리고 스위치를 넣으면 이 전기회로에 전기가 흐른다.

전류가 꼬마전구(저항)를 통할 때 열을 발생해서 꼬마전구가 빛을 낸다. 이것은 꼬마전구에서 전력이 발생하여 그것이 빛으로 변한 것이다. 그러므로 이것을 꼬마전구에서 전기가 일을 했다고 한다.

가장 간단한 전기회로의 보기



● 전기의 기호와 단위, 보조단위

오른쪽 표는 흔히 나오는 전기기호와 단위, 그리고 단위기호이다. 단위기호에는 기본단위(고딕체) 이외에 많이 쓰이는 보조단위가 있다. 오른쪽 표 끝에 이들의 관계를 나타내었다.

오른쪽 표 중 전압, 전류, 저항, 전력까지는 직류나 교류 둘 다에 해당된다. 그 밑의 주파수부터는 모두 교류에 대해서만 해당된다.

우선 이름에 따라 기호를 보면 전압에는 *E* 외에도 *V* 가 있다. 보통은 *E* 가 쓰이지만 트랜지스터 회로에서는 에미터 기호인 E와 혼동되면 곤란하기 때문에 이 경우에는 *V* 가 쓰인다.

기본단위로는 너무 크거나 작을 경우에는 보조단위가 쓰인다. 이를 테면 전압은 거의가 기본단위를 쓰는데 전류의 경우에는 A(암페어)가 너무 커서 mA(밀리암페어)가 흔히 쓰인다.

단위기호를 보면 기본단위 앞에 글자를 덧붙여서 보조단위를 나타내고 있다. 다음에 보기를 들어서 설명해 본다.

큰 쪽
- M (메그나 메가)—10^6 (100만배)
- k (킬로) ———10^3 (1,000배)

작은 쪽
- m (밀리) ———10^{-3} (1,000분의 1)
- μ (마이크로) ——10^{-6} (100만분의 1)

10^3이나 10^{-6}이란 지수(指數)로써 10^3은 10을 3번 곱(10×10×10＝1,000)한다는 뜻이다.

전기계산은 기본단위로 하기 때문에 보조단위를 기본단위로 고쳐서 생각해야 한다.

흔히 사용하는 기호와 단위, 단위기호

명 칭	기호	단 위	단위기호	단위기본와의 관계
전 압	*E* (*V*)	킬로볼트	kV	1 kV＝10^3 V
		볼트	V	—
		밀리볼트	mV	1 mV＝10^{-3} V
전 류	*I*	**암페어**	A	—
		밀리암페어	mA	1 mA＝10^{-3} A
		마이크로암페어	μA	1 μA＝10^{-6} A
저 항	*R*	**옴**	Ω	—
		킬로옴	kΩ	1 kΩ＝10^3 Ω
		메그옴	MΩ	1 MΩ＝10^6 Ω
전 력	*P*	킬로와트	kW	1 kW＝10^3 W
		와트	W	—
		밀리와트	mW	1 mW＝10^{-3} W
주 파 수	*f*	**헬츠**	Hz	—
		킬로헬츠	kHz	1 kHz＝10^3 Hz
		메가헬츠	MHz	1 MHz＝10^6 Hz
인덕턴스	*L*	**헨리**	H	—
		밀리헨리	mH	1 mH＝10^{-3} H
		마이크로헨리	μH	1 μH＝10^{-6} H
정전용량 (캐퍼시턴스)	*C*	**패럿**	F	—
		마이크로패럿	μF	1 μF＝10^{-6} F
		피코패럿	pF	1 pF＝10^{-12} F
리액턴스	X_L X_C	**옴**	Ω	—
		킬로옴	kΩ	1 kΩ＝1,000 Ω
임피던스	*Z*	**옴**	Ω	—
		킬로옴	kΩ	1 kΩ＝1,000 Ω

● 전기의 계산은 〈옴의 법칙〉

〈옴의 법칙〉이란 독일의 옴이란 사람이 발견한 것으로 전기회로의 전압, 전류, 저항 사이의 관계를 나타내는 것이다. 전기에 대한 공부는 이 옴의 법칙으로 끝난다는 정도로 중요한 것이다.

옴의 법칙이란 아래 그림처럼 전기회로가 있을 경우 〈전기회로에 흐르는 전류는 전압에 비례한다〉는 것이다. 이것은 전압을 2배로 하면 전류도 2배가 된다는 뜻이다.

이와 같은 관계를 수학에서 말하는 비례식으로 나타낸다. 비례식에는 비례상수라는 것이 있는데 이 경우에는 저항이 비례상수가 된다. 식으로 나타내면,

전압＝저항×전류 ($E = R \times I$)

가 된다. 이 식은 또한,

$$전류 = \frac{전압}{저항} \left(I = \frac{E}{R}\right), \quad 저항 = \frac{전압}{전류} \left(R = \frac{E}{I}\right)$$

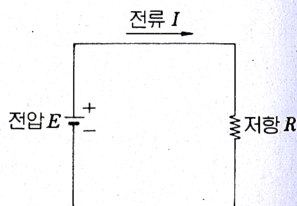
으로도 바꾸어 쓸 수 있다.

옴의 법칙을 사용해서 계산할 때 중요한 것은 보조단위로 된 것을 반드시 기본단위로 고쳐서 대입하여 계산해야 한다는 것이다.

〔예제〕 오른쪽 그림에서 $E = 3\text{V}$, $R = 1\text{k}\Omega$일 때 전류는 얼마인가?

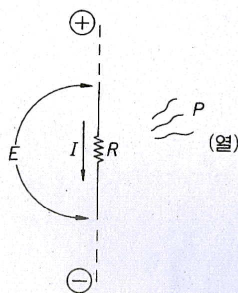
〔해답〕 1kΩ은 1,000Ω이므로,

$$I = \frac{E}{R} = \frac{1}{1,000} = 0.003\,[\text{A}] = 3\,[\text{mA}]$$



● 전력을 계산해 보자

전기가 일을 해서 꼬마전구를 켠다든지, 라디오 소리를 낼 때 거기서 전력이 소비되어 전기에너지가 빛이나 음의 에너지로 모습을 바꾸게 된다.



이와 같은 까닭으로 전기가 일을 했는지, 또한 얼마만큼의 일을 했는지를 조사하려면 얼마만큼의 전력이 소비되었는가를 조사하면 된다.

지금 오른쪽 윗그림과 같이 전기회로의 도중에 연결된 저항 R에 전압 E가 가해져 있으며 전류 I가 흐르고 있다고 하자. 이 R, E, I의 사이에는 당연히 옴의 법칙이 성립하게 된다.

이러한 때는 저항 R의 곳에서 전력 P가 발생해서 이것이 열에너지가 되어 저항기를 가열한다. 이 경우의 전력 P는,

전력＝전압×전류 ($P = E \times I$)

가 된다. 이 식은 또한 옴의 법칙을 사용해서,

$$전력 = \frac{전압^2}{저항} \left(P = \frac{E^2}{R}\right), \quad 전력 = 저항 \times 전류^2 \; (P = R \times I^2)$$

으로도 고쳐 쓴다.

예를 들면 $E = 3\text{V}$, $I = 3\text{mA}\,(0.003\text{A})$라 하면 P는,

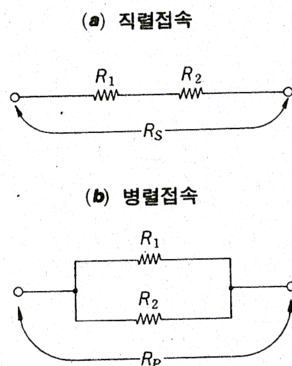
$$P = E \times I = 3 \times 0.003 = 0.009\text{W}$$

로 계산된다.

● 저항기의 연결법

우리는 저항기를 연결해서 다른 값의 저항기로 쓸 때가 있다.

저항기를 연결한다는 것은 저항을 잇는 것과 같으므로 저항의 그림기호를 사용하여 그려 보면 오른쪽 그림과 같이 된다.



(a)는 직렬접속, (b)는 병렬접속의 연결법이다. 이 그림에서는 (a), (b) 모두 저항이 2개만의 경우인데 더 많이 있는 경우도 있다.

(a)의 직렬접속의 경우 합성저항 R_s는,

$$R_s = R_1 + R_2$$

가 된다. 또한 R_3, R_4와 직렬접속으로 할 경우에는 그냥 덧셈을 해 나가면 된다.

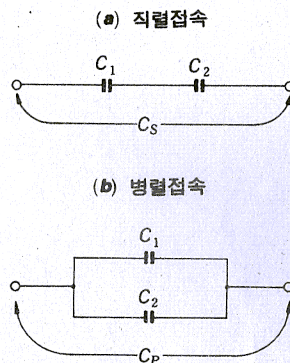
(b)의 병렬접속의 경우 합성저항 R_P는,

$$R_P = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}} \left(= \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2} \right)$$

가 된다. 이 경우에도 R_3, R_4와 병렬접속으로 할 경우에는 분모쪽으로 $1/R_3$, $1/R_4$를 더해 나가면 된다. 한편 저항이 2개인 경우에 한해서 괄호 속과 같이 간단한 식으로 계산된다. 이들 계산은 보조단위인 대로(모두 같은 보조단위로 바꾼다) 해도 좋다.

● 콘덴서와 코일의 연결법

오른쪽 그림은 콘덴서를 잇는 법을 보인 것이다. 콘덴서의 경우에는 정전용량을 연결하는 것과 같으므로 콘덴서의 기호로 기입되어 있다.



(a)는 2개의 콘덴서를 직렬로 이을 경우인데 이 경우의 합성 정전용량 C_s는,

$$C_s = \frac{1}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}} \left(= \frac{C_1 \times C_2}{C_1 + C_2} \right)$$

가 된다. 2개의 경우에 한해서 괄호 속과 같이 간단한 식으로 계산이 된다.

(b)는 2개의 콘덴서를 병렬로 이은 경우이며 합성 정전용량 C_P는 다음과 같이 덧셈을 하면 구할 수 있다.

$$C_P = C_1 + C_2$$

또한 많은 콘덴서를 병렬접속으로 할 경우에는 계속 덧셈을 해 나가면 된다.

코일을 잇는 방법에도 직렬접속과 병렬접속이 있다. 그런데 합성 인덕턴스를 계산할 때는 서로의 코일이 결합되어 있지 않다는 조건이 붙어서 콘덴서의 경우처럼 간단하지는 않다. 계산식은 저항기의 경우와 같으므로 저항기의 잇는 법을 보기 바란다.

콘덴서나 코일의 경우에도 보조단위인 대로 계산하면 된다.

● 전지의 연결법

전지를 이을 경우에는 어떠한 방법으로 연결하든 약속이 하나 있다. 그것은 반드시 똑같은 종류의 전지를 잇는다는 것이다.

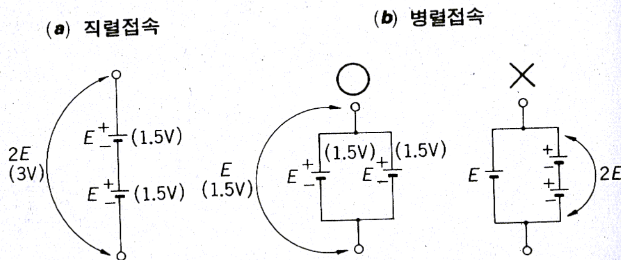
물론 다른 종류의 전지라 해서 잇지 못 하지는 않으나 설명이 어려워지고 현실에 맞지 않으므로 반드시 같은 종류의 전지를 연결해야 한다.

우선 아래 그림의 (*a*)는 직렬접속이다. 이 경우에는 +, −, +, −의 순서로 잇는 것이 중요하며 전압은 1개의 전압 E의 2배인 $2E$(n개인 경우에는 nE)가 된다.

그런데 전류용량은 몇 개를 이어도 1개일 때와 변함 없다.

(*b*)는 병렬접속의 경우이며 ○표가 있는 쪽만이 가능하며 ×쪽은 안 된다. 이것은 전압이 다른 것은 병렬로 이어서는 안 된다는 것이다.

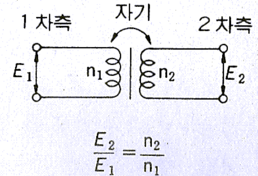
이 경우에는 +와 +, −와 −를 이으면 전압은 몇 개를 이어도 1개인 경우와 변함 없다. 그 대신 전류용량은 n개 있으면 n배로 늘어 난다.



● 전기와 자기는 중간동지

라디오 안에서는 여러 곳에서 전기와 자기가 서로 도와 가며 일을 하고 있다.

이와 같이 전기와 자기가 깊은 관계에 있는 것은 둘다 전자의 성질이 나타난 것이기 때문이다.



먼저 도선에 전류를 흘리면 자기가 발생한다. 이 자기는 암페어의 〈오른 나사의 법칙〉에 따라 발생한다. 이것을 응용한 것이 전자석이다.

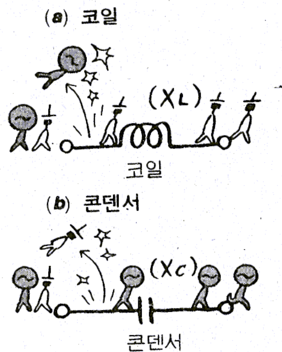
다음에 자석을 써서 전기를 일으킬 수가 있다. 이것은 전자유도작용이라는 것으로 이것을 응용한 것이 발전기이다.

이와 같은 작용을 응용한 것에 윗그림에서 보인 트랜스가 있다. 1차측과 2차측은 자기를 통해 이어져 있다. 그밖에 스피커나 마이크, 전파 등도 전기와 자기의 작용을 응용한 것이다.



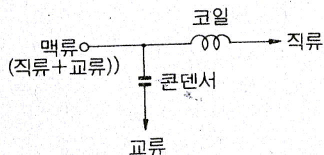
●코일과 콘덴서의 성질

코일과 콘덴서는 약간 다른 재미있는 성질이 있다. 오른쪽 그림은 그 모양을 보인 것이다. (*a*)의 코일은 직류전기는 통하지만 교류전기는 통하기 어려운 성질이 있다. 이 교류전기가 통하기 어려운 것을 나타내는 것이 리액턴스이며 코일의 경우에는 유도성 리액턴스(X_L)라고 한다. 유도성 리액턴스는 주파수가 높아질수록 커진다. 이 성질을 응용한 것이 고주파 쵸크 코일이다.



(*b*)의 콘덴서는 직류전기는 통하지 않으나 교류전기는 통하기 쉬운 성질이 있다. 그러나 교류가 모두 통하는 것이 아니라 저항이 있다. 이것이 용량성 리액턴스(X_C)로 X_C는 주파수가 높을수록 작아진다. 이것은 코일의 경우와는 반대이다.

코일과 콘덴서의 작용을 응용하면 아래 그림과 같이 맥류를 교류와 직류로 나눌 수가 있다.



$$X_L = 2\pi fL\ (\Omega)$$

$$X_c = \frac{1}{2\pi fC}\ (\Omega)$$

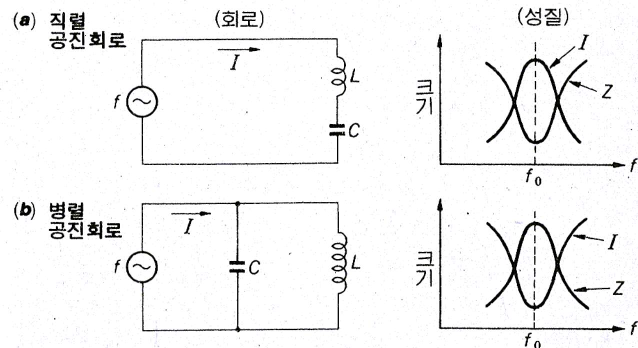
●코일과 콘덴서로 만드는 LC공진회로

코일과 콘덴서에 교류전기를 가하고 주파수를 변해 가면 유도성 리액턴스와 용량성 리액턴스는 반대의 성질을 나타낸다. 즉, 유도성 리액턴스를 +로 하면 용량성 리액턴스는 −가 된다.

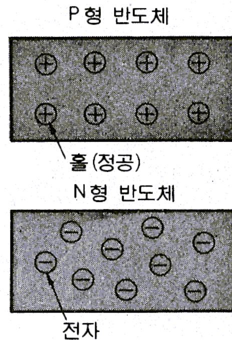
그러므로 아래 그림과 같이 코일과 콘덴서를 연결한 회로에 교류전기를 가해 보면 어떤 주파수에서 +와 −의 리액턴스가 상쇄되어 0이 되어 버린다. 이 상태를 LC공진회로가 공진했다고 하며 f_0가 공진주파수이다.

(*a*)는 직렬 공진회로라 하며 공진하면 전류 I는 최대, 임피던스 Z는 최소가 된다. (*b*)는 병렬 공진회로라 하며 이때 공진하면 전류 I는 최소, 임피던스 Z는 최대가 된다. 이와 같은 작용을 이용한 것이 라디오의 동조회로이다.

한편 임피던스라는 것은 저항과 리액턴스가 연결된 회로가 교류에 대해서 나타내는 저항을 말한다.



● 반도체와 다이오드의 정류작용



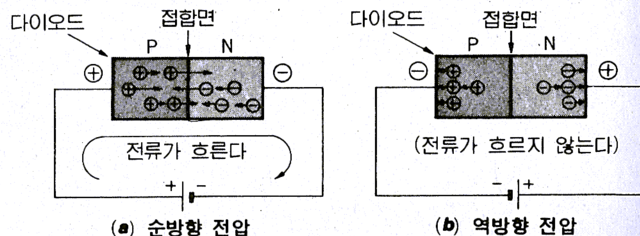
반도체란 도체와 절연체의 중간 저항을 갖는 것으로 실리콘이나 게르마늄 등이 있다.

그런데 이와 같은 반도체는 재미있는 성질을 가지고 있는데 오른쪽 그림과 같이 전기의 운반으로써 ＋의 홀을 가진 P형 반도체와 －의 전자를 가진 N형 반도체를 만들 수가 있다.

다이오드는 아래 그림과 같이 P형 반도체와 N형 반도체를 접합한 것으로 이것을 접합형 다이오드라고 한다.

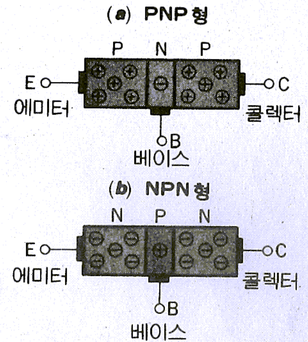
이 다이오드에 (*a*)와 같이 전압을 걸면 접합면을 넘어서 홀과 전자가 이동하여 전류가 흐른다. 이와 같이 전압을 거는 법을 〈순방향 전압〉이라고 한다.

그런데 (*b*)와 같이 전압을 걸면 홀과 전자는 접합면을 넘지 못 하고 따라서 전류는 흐르지 못 한다. 이와 같이 전압을 거는 법을 〈역방향 전압〉이라고 한다. 다이오드에는 이와 같이 한쪽밖에 전류를 안 흘리는 정류작용이 있다.



(*a*) 순방향 전압 (*b*) 역방향 전압

● 트랜지스터 증폭의 구조



다이오드는 P형 반도체와 N형 반도체를 접합한 PN접합이었는데 트랜지스터는 오른쪽 그림과 같이 PNP 또는 NPN의 구조로 되어 있다.

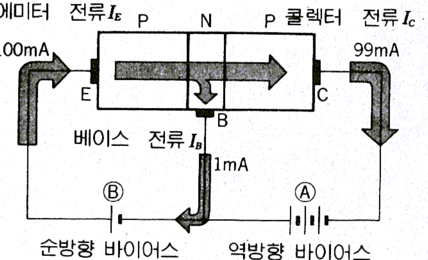
이 그림을 자세히 보면 양쪽 모두 베이스가 아주 얇게 되어 있다. 실은 이것이 트랜지스터에서 중요한 것이다.

아래 그림은 트랜지스터가 증폭하는 모양이다. 먼저 Ⓑ의 전지는 잇지 않고 Ⓐ만 이어 본다. 그러면 이것은 역방향 전압이므로 전류는 흐르지 않는다. Ⓑ를 이으면 이번에는 순방향 전압이므로 전류가 흐르지만 원래는 베이스(*B*)로 흘러야 할 전류가 베이스가 얇기 때문에 지나쳐 버리고 전류가 흐르지 않을 콜렉터(*C*)에 흐른다.

결론은 베이스 전류 I_B를 1mA 흘려 주면 콜렉터 전류 I_C가 99mA 흘러 99배 증폭된 셈이 된다.

PNP형 트랜지스터의 증폭의 구조(NPN 형에선 전지의 ＋, －가 거꾸로 됨)

$$I_E = I_B + I_C$$

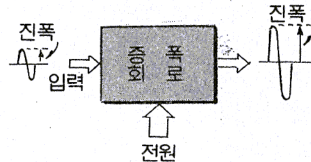


3 여러 가지 전자회로

● 증폭회로

증폭이란 그림 1과 같이 전기신호의 진폭을 크게 한다는 것이다. 이와 같은 작용을 가진 것이 증폭회로이다. 그리고 증폭회로를 연결해서 증폭기를 만든다.

그림 1. 증폭



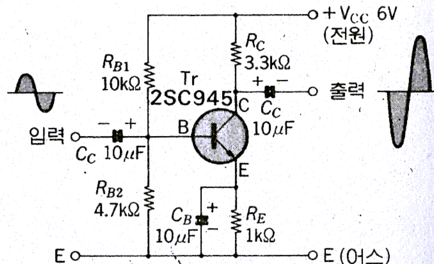
전기신호란 음성신호와 같은 교류전압이나 전류를 말한다. 보통 전압이 커지면 전류도 커지고, 그 결과로 전력이 증폭된다.

증폭되었다는 것은 입력보다 출력 에너지가 커졌다는 것인데 이 에너지는 어디에서 주어진 것일까?

이것은 전원으로부터 온 것이다. 그러므로 증폭을 하려면 반드시 전원이 필요하다.

그림 2는 가장 많이 쓰이고 있는 에미터 접지 증폭회로의 한 예이다. 에미터 접지는 트랜지스터의 에미터가 어스(접지; 接地)에 연결되어 있다는 뜻이다.

그림 2. NPN형 트랜지스터를 사용한 에미터 접지 증폭회로



이 회로에서 C_C라는 것이 결합 콘덴서, C_B는 바이패스 콘덴서이다. 바이패스 콘덴서란 직류는 저지하고 교류만을 어스로 흘려 버리는 것이다.

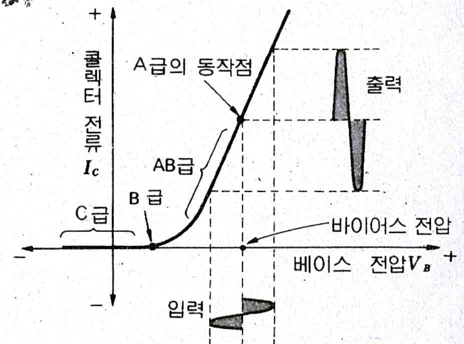
다음에는 저항으로써, R_E란 에미터 저항이며 R_{B1}과 R_{B2}의 바이어스 저항과 함께 트랜지스터의 동작점을 정함과 동시에 트랜지스터의 동작을 안정시켜 준다.

$+V_{CC}$라는 것은 전원을 접속하는 곳이며 NPN형 트랜지스터를 쓸 경우에는 콜렉터에 +를 걸도록 한다. −는 E(어스)에 연결한다.

그림 2는 저주파 증폭회로의 보기인데 증폭회로에는 이밖에도 중간주파 증폭회로라든지 고주파 증폭회로라는 것이 있다. 또 트랜지스터의 동작점을 정하는 바이어스를 걸어 주는 방법에 따라 A급 증폭 또는 B급 증폭 등이 있다.

그림 3은 동작점의 선택법과 A급 증폭의 경우 입력과 출력의 상태를 보인 것이다.

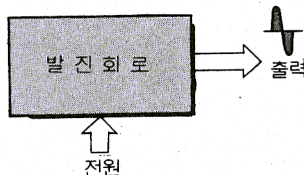
그림 3. 동작점을 선택하는 법과 입출력의 모양(AB급이나 B급에선 푸시 풀 증폭으로 한다)



●발진회로

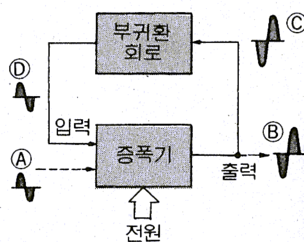
발진이란 그림 1과 같이 전원으로부터 에너지를 공급하면 그 에너지의 형태를 바꾸어서 연속된 교류신호가 얻어지는 것이다.

그림 1. 발진



이와 같은 작용을 가진 것이 발진회로이며 보통은 정현파 교류를 발진시킨다.

그림 2. 발진회로의 구성



발진회로란 그림 2 처럼 증폭기와 부귀환회로로 되어 있다.

이 회로로 처음에 Ⓐ의 신호가 들어 왔을 때 Ⓑ와 같은 출력이 얻어졌다고 하자. 그러나 Ⓐ와 Ⓑ는 방향이 반대이다.

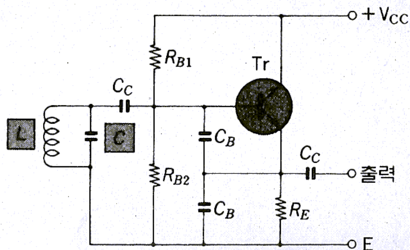
그러므로 Ⓑ의 일부 Ⓒ를 부귀환회로에서 반대로 해 주고 Ⓐ와 같은 방향인 Ⓓ로 하여금 입력으로 바꾸어 준다. 그러면 이번에는 Ⓐ가 없어도 신호의 회전이 일어나 발진이 계속된다.

발진회로에는 자려 발진회로와 수정 발진회로가 있다.

그림 3은 자려 발진회로의 보기인데 콜피츠 발진회로라고 한다. 자려 발진회로에는 이밖에 하틀리 발진회로라는 것도 있다.

자려 발진회로에는 그림 3과 같이 LC공진회로가 있고, 이것이 그림 2의 귀환회로로 되어 있다. 여기서 이 LC

그림 3. 자려 발진회로 (LC발진회로)의 보기 — 콜피츠 발진회로

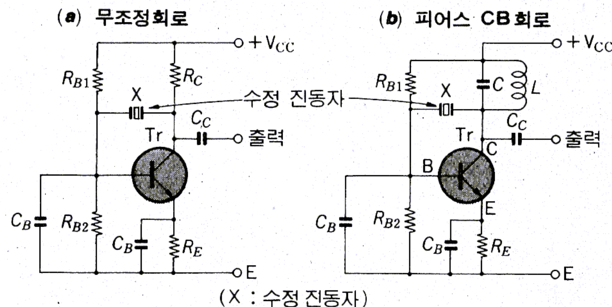


공진회로의 공진주파수를 바꾸면 발진주파수를 자유로이 바꿀 수가 있다. 실제로 슈퍼 라디오와 같이 콘덴서를 바리콘으로 해서 주파수를 바꾼다.

자려 발진회로는 LC발진회로라고도 하며 자유로이 발진주파수가 바꾸어지는 것이 특징이다. 그러나 이것은 반대로 발진주파수가 불안정한 결점도 갖게 된다.

발진주파수가 훌륭하게 안정되는 것이 수정 발진회로이다. 이것은 수정 진동자의 압전(壓電)현상을 이용한 것으로 그림 4는 그 보기이다. (a)는 그 이름과 같이 조정하는 곳이 없다. (b)는 수정 진동자가 Tr의 콜렉터 (C)와 베이스(B) 사이에 연결되어 있으므로 피어스 CB 회로라고 한다.

그림 4. 흔히 사용되는 수정 발진회로



● 변조회로

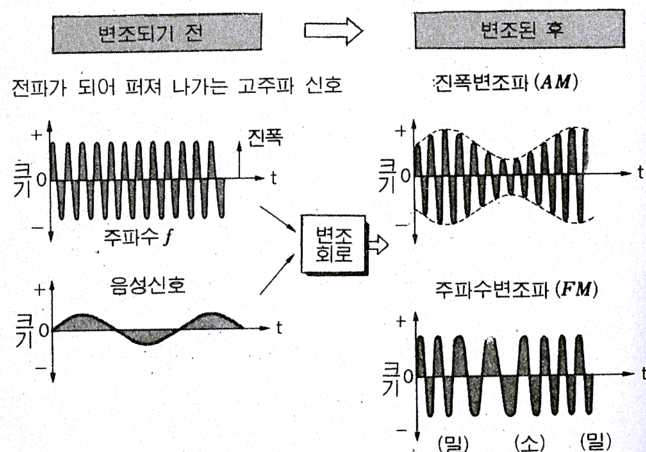
아래 그림에서 변조를 하기 전의 고주파 신호를 〈반송파〉라고 하며 음성신호를 〈신호파〉라 한다. 그리고 전파가 되어 퍼져 나가는 반송파에 신호파를 싣는 것을 〈변조〉라고 한다. 이 변조를 하는 곳이 변조회로이다.

아래 그림은 대표적인 변조방식인 진폭 변조(*AM*)와 주파수 변조(*FM*) 상태를 보인 것이다.

변조된 반송파를 변조파라고 한다. 진폭 변조파는 반송파의 진폭이, 또 주파수 변조파에서는 반송파의 주파수가 모두 음성신호에 따라 변화되고 있음을 알 수 있다.

여기서는 이들 실제 회로를 공부해야 되는데 그 회로가 아주 복잡하기 때문에 원리만을 설명하는 것으로 그치기로 한다.

진폭변조와 주파수변조



● 검파 (복조) 회로

방송국으로부터 전파가 되어 퍼져 나온 변조파에서 원래의 신호파(음성신호)를 꺼내는 것이 검파(복조)회로이다.

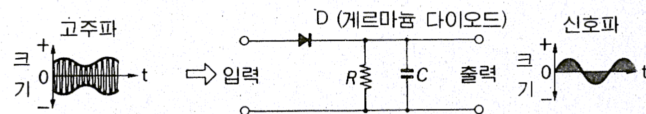
아래 그림은 진폭 변조파와 주파수 변조파의 대표적인 검파회로를 보인 것이다.

(*a*)는 진폭 변조(*AM*)파의 검파회로와 검파되는 모양을 보인 것이다. AM파는 이와 같이 다이오드에 의해 검파된다. *R*은 부하저항이며 *C*는 불필요하게 된 반송파를 어스로 흘려 버리는 것이다.

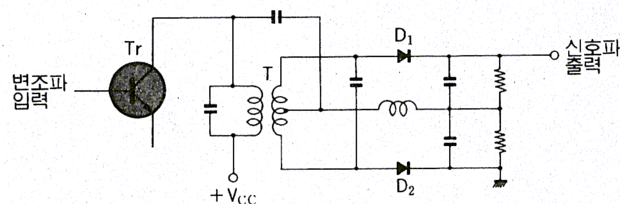
(*b*)는 주파수 변조(*FM*)파의 검파회로로써 대표적인 포스터실리 검파회로이다. 트랜지스터는 진폭제한기(리미터)로써 검파는 중간주파 트랜스 T와 D_1, D_2의 다이오드에 의해서 이루어진다.

진폭 변조파와 주파수 변조파의 검파회로

(*a*) AM파의 검파



(*b*) FM파의 검파—포스터실리 검파회로



4 전파와 안테나 이야기

● 전파의 발생

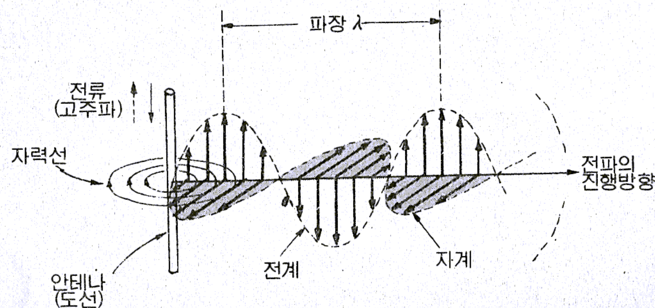
전파는 빛과 똑같은 전자파로써 안테나에 고주파 전류를 흘리면 전파가 발생해서 공간을 퍼져 나간다.

아래 그림은 그 상태를 보인 것으로 어느 순간을 그린 것이다. 먼저 도선에 전류를 흘리면 암페어의 오른 나사 법칙에 의해서 자력선이 발생한다. 그런데 이 전류는 교류이기 때문에 다음 순간에는 방향이 변해 버려 앞서 발생한 자력선을 밀어 낸다.

한편 이와 같이 자력선이 변화되면 이번에는 그에 따라 공간에 전자유도작용으로 전류가 흐른다. 전파는 이와 같이 해서 전계(電界)와 자계(磁界)가 도와 가며 퍼져 나간다. 전파에는 파장 λ가 있으며 주파수 f와의 관계는 다음과 같이 된다.

$$\text{파장} = \frac{3 \times 10^8}{\text{주파수〔Hz〕}} \text{〔m〕} \quad \left(\lambda = \frac{3 \times 10^8}{f} \text{〔m〕}\right)$$

전파는 전계와 자계가 서로 도우며 퍼져 나간다



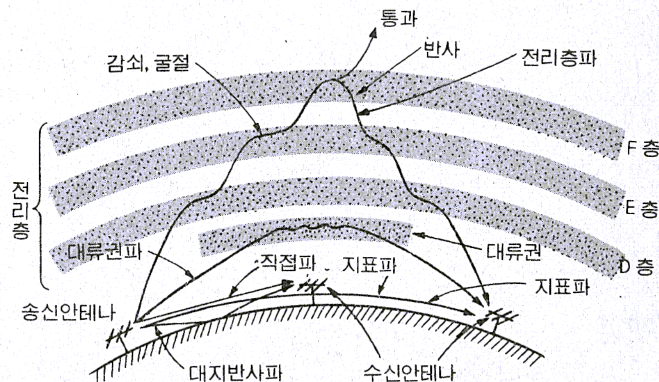
● 전파가 퍼지는 법

아래 그림은 전파가 퍼져 나가는 법을 보인 것이다. 전파의 퍼짐을 크게 나누면 지상파, 전리층파, 대류권파로 된다.

지상파란 지면 가까이에 있는 직접파, 대지 반사파, 지표파의 3가지이다. 중파는 지표를 따라 퍼져 나가는 지표파이다. 또 초단파(*VHF*)는 직접파와 대지 반사파로 퍼져 나간다.

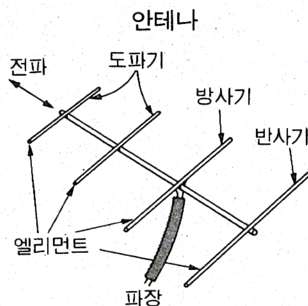
지구 상공 100～400km에는 전리층이 있는데, 이에 의해 퍼지는 것이 전리층파이다.

전파는 전리층에서 감쇠되거나 굴절되며 또 반사된다. 실제로 초단파는 전리층을 통과해 버리며, 중파는 전리층 속으로 들어 가면 감쇠되어 버린다. 그리고 단파는 전리층파로 퍼져서 지표와 전리층 사이를 몇 번이고 반사해 온세계로 퍼져 나간다.



● 안테나와 어스

FM방송이나 TV방송을 수신하는 경우는 오른쪽 그림과 같은 안테나를 사용한다. 이 그림은 4엘리먼트 안테나인데 엘리먼트의 수에 따라 여러 가지가 있다.



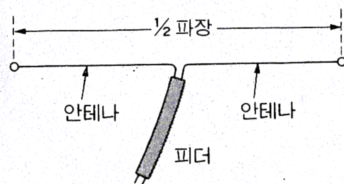
오른쪽의 안테나에서 전파를 유도하는 것이 도파기이고, 전파는 방사기에서 끌어 들인다. 반사기는 전파를 반사하는 엘리먼트이다.

안테나는 코일과 콘덴서가 연결된 것으로 생각할 수 있으며, 따라서 *LC*공진회로와 똑같은 작용을 한다. 안테나는 공진되었을 때 가장 잘 전파를 끌어 당긴다. 안테나를 공진시키려면 안테나의 길이를 아래 그림과 같은 길이로 고른다.

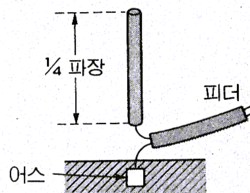
어스는 전파를 끌어 들이는 역할 외에 라디오의 잡음을 줄이거나 벼락방지의 역할도 한다. 어스는 어스봉을 땅 속 깊이 묻어서 만든다.

기본적인 안테나의 모양과 공진시키는 방법

(a) 수평 안테나



(b) 수직 안테나



라디오공작

서기 1981년 4월 30일 초판 발행
서기 1985년 12월 15일 중판 발행



편저자 편 집 부
발행인 유 국 희
발행처 해문출판사

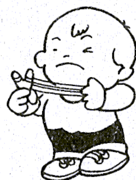
서울특별시 마포구 도화동 251-1
TEL 714-2177 · 716-4476 4477
등록년월일 1978.1.28/가제 3-82호

값 1,200 원

매거크소년탐정단

● 각권 값 1,500원

1. 우리들은 매거크 탐정단
2. 위기에 빠진 고양이
3. 사라진 신문배달소년
4. 매거크탐정단의 위기
5. 토끼들의 비밀대행진
6. 보이지않는 개의 비밀



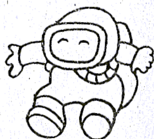
얼굴에는 미소,
가슴 속엔 흥분을
자아내게 하는
어린이용
본격 추리소설!

7. 괴상한 편지 대사건
8. 유령개구리 사건
9. 나무위의 보물
10. 눈속에 갇힌 스파이
11. 그림자없는 은행강도
12. 네개의 손가락

팬더SF걸작시리즈

● 각권 값 1,500원

에드몬드 스미드	1	우주 대전쟁
아이작 아지모프	2	우주인 살인사건
해리 해리슨	3	우주 SOS
패트리셔 라이트슨	4	우주 소년 마틴
로버트 하인라인	5	우주 방랑도시
아더 번즈	6	우주 사냥꾼
로버트 실버버그	7	우주인의 멸망
에드몬드 해밀튼	8	우주 위기일발
패트릭 무어	9	우주 핵폭발
H. G. 웰즈	10	우주 침략자



팬더추리걸작시리즈

● 각권 1,500원

전 25 권

코넌 도일	1	홈즈의 명추리
모리스 르블랑	2	괴도신사 뤼팽
아가사 크리스티	3	ABC 살인사건
메리 라인하트	4	나선계단의 비밀
딕슨 카	5	마녀가 사는 집
엘러리 퀸	6	이집트 십자가의 비밀
윌리엄 아이리시	7	공포의 검은 커튼
코넌 도일	8	홈즈의 모험
모리스 르블랑	9	기 암 성
클레이튼 로슨	10	유령 살인사건
에드거 앨런 포	11	모르그 거리의 살인
아가사 크리스티	12	모험가 클럽
S. S. 반 다인	13	드래곤 풀의 괴사건
레슬리 챠터리스	14	괴신사 암흑가를 가다
코넌 도일	15	홈즈와 4개의 괴사건
윌리엄 아이리시	16	보이지 않는 살인범
딕슨 카	17	빅토리아 호의 괴사건
더쉴 해미트	18	말타의 매
모리스 르블랑	19	뤼팽과 홈즈의 대결
가스통 르루	20	노란 방의 비밀
체스터튼	21	브라운 신부의 모험
코넌 도일	22	홈즈와 3개의 수수께끼
윌리엄 아이리시	23	새벽의 추적
엘러리 퀸	24	수수께끼의 038 사건
로버트 스티븐슨	25	지킬 박사와 하이드 씨